

CDSS EMH Neuro Scanner: Выявление редких генетических заболеваний на ранних стадиях

NLP team

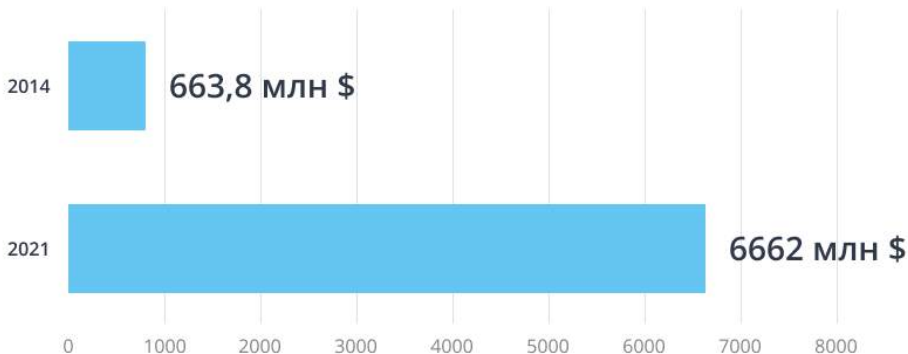
0 чем речь?

1. Проблема поиска людей с редкими заболеваниями. Редкие заболевания очень трудно обнаружить и их принято называть орфанными заболеваниями. (Частота встречаемости 1:2.000-1.000.000)
2. Основные трудности и способы их разрешения при поиске пациентов, находящихся в группе риска, или уже фактически больных.
3. Цель алгоритма - предупредить развитие болезни путем выделения пациента из общей массы для дальнейшей проверки его карты профессионалами и проведением анализов.
4. Результаты и выгода от применения моделей-ассистентов с точки зрения KPI

Медтех и искусственный интеллект

- анализ медицинских изображений (УЗИ, КТ, МРТ, результаты анализов)
- **поддержка принятия врачебных решений**
- подбор индивидуального лечения
- удаленный мониторинг и помощь пациентам
- разработка лекарственных препаратов
- протезирование с помощью **интеллектуальных систем.**

Мировой рынок медицинских ИИ-приложений



Записи и обследование

Найдено записей: 30 Строк: 11

Петров Петр Петрович 23.12.2007
УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРДЦА
Богомолова Елена Викторовна

Петрова Руслана 23.12.2007
ОСМОТР ОТОЛАРИНГОЛОГА
Азимов Айзек Азимович

Салимгареев Эльчин 24.12.2007
КОНСУЛЬТАЦИЯ НЕВРОЛОГА
Яковлев Леонид Леонидович

Карцев Евгений 24.12.2007
ОСМОТР ТЕРАПЕВТА
Фролина Надежда Леонидовна

Лучнов Юлия Андреевна 24.12.2007
КОНСУЛЬТАЦИЯ ХИРУРГА
Литвиненко Андрей Сергеевич

Богатырев Виталий 24.12.2007
КОНСУЛЬТАЦИЯ ТЕРАПЕВТА
Зуева Елена Борисовна

Гаерилова Светлана 24.12.2007
КОНСУЛЬТАЦИЯ ХИРУРГА
Аристова Татьяна Алексеевна

Иванова Елена 24.12.2007
ОСМОТР ГИНЕКОЛОГА
Ермакова Галина Александровна

Кирсанов Максим 24.12.2007
РЕНТГЕНОГРАФИЯ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ
Иванов Владимир Станиславович

Иванова Светлана 24.12.2007
УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРДЦА
Зуева Елена Борисовна

Кривашева Екатерина 24.12.2007
Запись в карте
Иванов Владимир Станиславович

Добавить Изменить Удалить

Фильтры

Документ

ОАО «Медицинский центр «ЗДОРОВЬЕ»
123456, г. Москва, Синцев вражек, 24.

30.09.2008
Пациент Аристархова Руслана Викторовна
Возраст 06.07.1961

УЛЬТРАЗВУКОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Диагноз: обследование

1. Митральный клапан: створки **тонкие**, уплотнены, кальцинат на переднонаправленные, пролабируют в полость предсердия на 0,3 см.
2. Основание аорты: 2,8 см (2,0-3,7), уплотнена, **нет** акрпления кальция
3. Аортальный клапан: створки **тонкие**, плотные, акрпления кальнекоронарной створках; систолическое раскрытие 2,0 см (1,5 - 2,6).
4. Трикуспидальный клапан: створки **тонкие**, плотные.
5. Легочная артерия: диаметр N см (1,2-2,8) Среднее давление:
6. Клапан легочной артерии: створки **тонкие**, уплотнены.
7. Предсердия: **Правое** 34,6 мл (до 60) размер в диастолу апикал диастолу апикальный, 3,3 см (1,9-4,0) парастеральный доступ
8. **Левый желудочек**: конечный диастолический размер 4,5 см (3,5-5,7) толщина задней стенки в диастолу 0,7 см (0,6-1,1), толщина межфракция изгнания (по Тейхольцу) 70 % (>60) Конечный диастолический объем 46 мл (36-70), фракция выброса (по
9. **Правый желудочек**: конечный диастолический размер из субкостал доступа 2,4 см (0,9-3,0) Толщина стенки 0,40 см (<0,5)
10. Межжелудочковая перегородка: целостность **сохранена**, нет
11. Межпредсердная перегородка: целостность **сохранена**, нет
12. Нижняя полая вена N см (1,2-2,5), **на вдохе спадается >50%**, <50
13. Наличие перикардального выпота: мл, **не определяет**
14. Доплеровское ЭХОКГ:

показатель	Регургитация	Гликоый гр
Митральный клапан	I	
Трикуспидальный клапан	I	

</0294>
</0293>
<0293>
<oZdtucor>04.07.18 18:09</oZdtucor><PAN>АНАМНЕЗ ЗАБОЛЕВАНИЯ</PAN>
<Zs1c0>Кабинет контроля антикоагулянтной терапии, ФГБУ"НМИЦ им. В.А. Алмазов.
<0294>
<Zs0c0>
Длительное течение гипертонической болезни, максимальные цифры АД дл антигипертензивную терапию принимает с 2010г.
В апреле 2009г. стали беспоко Был госпитализирован в стационар- пароксизм мерцательной аритмии, купирован. Ант хорошим положительным эффектом, проводилась санаторно- курортная реабилитация. < ФВ 34%. Определены показания к оперативному лечению.
05.07.10 проведена ко />23.07.10 Протезирование митрального клапана механическим протезом (Мединж 31) однократно пароксизм ФП, купирован медикаментозно.
В 2013 г перенес снова ! предоставлена

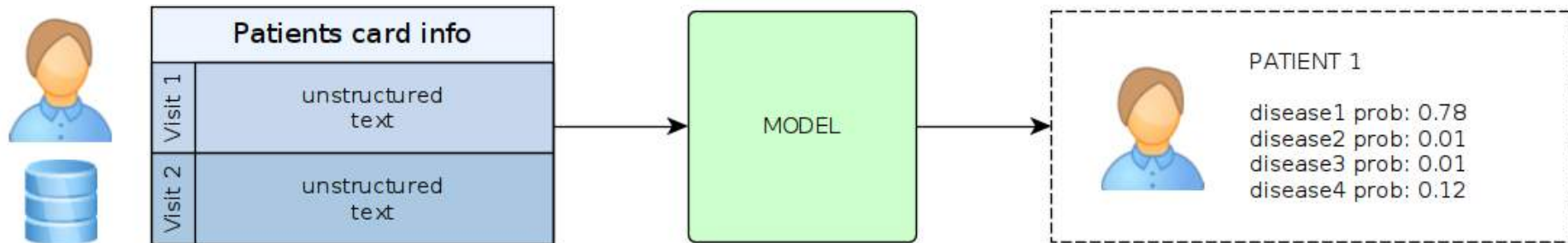
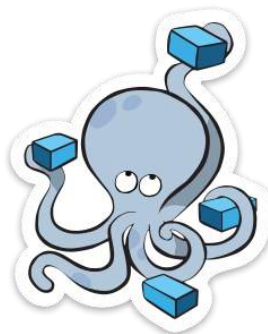
С 2011г постоянная форма мерцательной аритмии, тахисис >

В 03.2016 г. госпитализация в связи с ФП, тахисистолией, по данным : функционирующий МК - парапротезная фистула?
По данным ЧП ЭХО КГ от 21.11.2 тромб средней плотности 10x10 мм.
24.03.17г контроль ЧП ЭХО- Тромб в ушке ЛП признаков дисфункции, лоцируется минимальная (VC- 2 мм), гемодинамически незначи Рекомендовано контроль в динамике. Медикаментозную терапию принимал регулярно.<b о нестабильной стенокардии (впервые возникшая стенокардия).
Дана насыщающая ЧСЖ 97 уд/мин, острые ишемические изменения не зарегистрированы. МНО 1,95, тропо КАГ-данных за гемодинамически значимые стенозы коронарных артерий не получено. П терапия.

ЭХОКГ: 23.03.18Аорта: 33 мм; стенки уплотнены; мл/м кв; МПП не измененаЛевый желудочек: МЖП 8 мм, ЗС 8 мм, ММ 185 г, ИММ 83 %, кинетика не измененаПравый желудочек: парастеральная позиция 28 мм; 4-ка объёмаЛегочная артерия: 27 мм; расчётное систолическое давление 46 мм рт. ст створки фрагментарно кальцинированы; Vmax 1.5 м/с, dPmax 10 мм рт. ст., регу регургитация 2 ст.Трикуспидальный клапан: створки не изменены; Vmax 0.8 м/с& м/с; регургитация приклапанная
ЗАКЛЮЧЕНИЕ:
Запирательные элементы протезе- 20 мм рт ст, скорость кровотока- 2,4 м/с, средний градиент давления на л исключить парапротезную фистулу диаметром до 2 мм у основания передней стойки пр предсердий. Гипертрофии миокарда ЛЖ не выявлено. Зон нарушения локальной сократи сохранена. Трикуспидальная регургитация 2 ст. Признаки умеренной легочной гипертензии (РСП в ПА- 46 мм рт ст)

ХМАКГ (от 30.03.18) ЧСС 116 (60

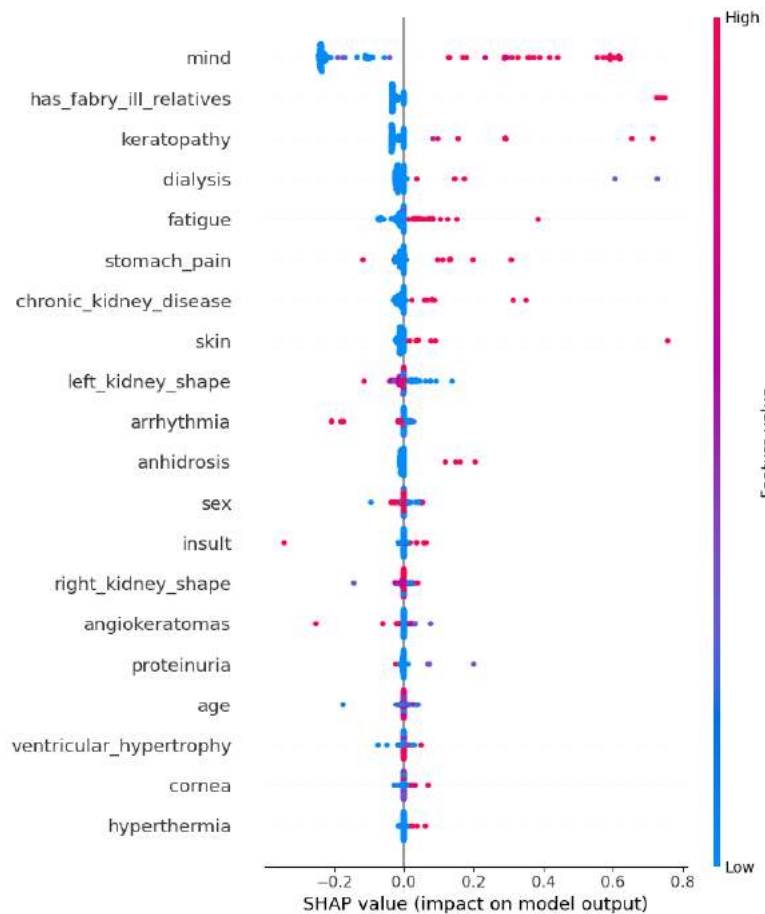
Инструменты разработки



Интерпретируемость

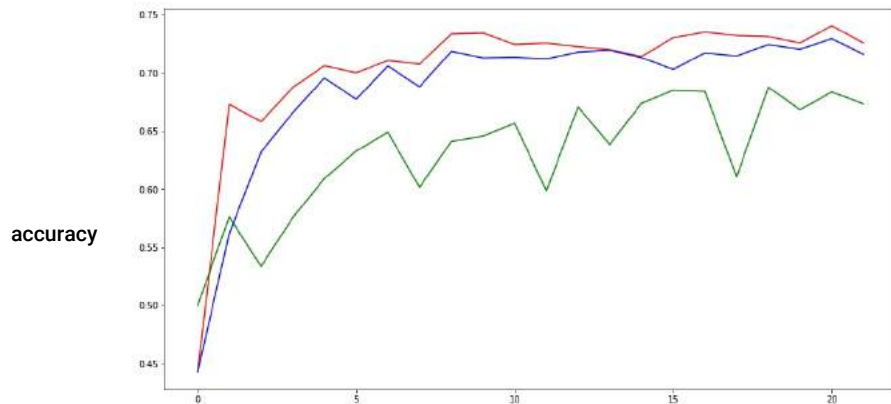
pB	9939/A18	13949/A20	10434/A17	27143/A20	41203/A16	82656/A19	9944/A18	51902/A20	10446/A17	18420/A17	47419/A20	11310/A18	41202/A16	11302/A18	73092/A19	70713/A18	73145/A19	65592/A17
tag	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
sex	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000
age	10.000000	17.000000	11.000000	16.000000	12.000000	9.000000	6.000000	11.000000	16.000000	13.000000	7.000000	9.000000	10.000000	7.000000	4.000000	4.000000	1.000000	0.000000
insult	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000
stomach_pain	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
hypohidrosis	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
dysfunction_of_the_heart_valve	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
left_kidney_shape	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan
fatigue	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
has_fabry_ill_relatives	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
cornea	1.000000	nan	nan	0.000000	0.000000	nan	nan	0.000000	nan	nan	0.000000	nan	0.000000	nan	nan	nan	nan	nan
left_ventricle_size	7.500000	7.350000	7.500000	7.300000	7.000000	42.300000	6.000000	9.000000	8.000000	7.500000	6.300000	7.000000	5.600000	7.000000	5.600000	4.700000	5.000000	4.300000
keratopathy	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
angiokeratomas	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
hyperthermia	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
chronic_kidney_disease	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
dialysis	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
mind	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
skin	0.000000	0.000000	0.000000	nan	0.000000	0.000000	0.000000	nan	nan	nan	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	nan	0.000000	0.000000	0.000000
arrhythmia	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
sweating	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
right_kidney_shape	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan	nan
swelling_in_the_leg	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
proteinuria	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000
ventricular_hypertrophy	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
limb_pain	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
anhidrosis	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
prob	0.999923	0.992958	0.971842	0.803093	0.745882	0.591711	0.334851	0.181839	0.146733	0.080936	0.077891	0.023311	0.020529	0.003342	0.002948	0.002399	0.001980	0.000715

Интерпретируемость

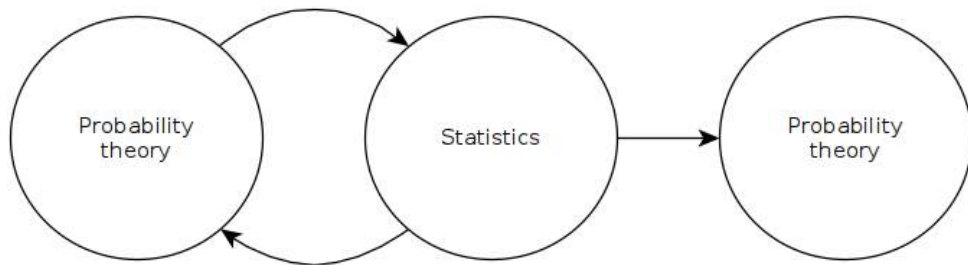


	probability_class_1	predicted_class	real_class
27143/A20	0.982531	1	1
13949/A20	0.977195	1	1
10434/A17	0.973152	1	1
11310/A18	0.970398	1	1
51902/A20	0.966596	1	1
41203/A16	0.963194	1	1
18420/A17	0.958813	1	1
70713/A18	0.952212	1	1
9944/A18	0.952212	1	1
11302/A18	0.952212	1	1
73092/A19	0.946203	1	1
73145/A19	0.940852	1	1
41202/A16	0.940852	1	1
47419/A20	0.940852	1	1
9939/A18	0.907671	1	1
10446/A17	0.880962	1	1
82656/A19	0.880962	1	1
65592/A17	0.834842	1	1
51694/A17	0.741341	1	0
44443/A16	0.366583	0	0
11673/A13	0.353897	0	0
36297/A11	0.353897	0	0
721/A17	0.343574	0	0
19366/A16	0.336563	0	0
39494/A12	0.336563	0	0
9644/A15	0.336563	0	0
15469/A17	0.331267	0	0
52968/A16	0.331267	0	0
60523/A12	0.320933	0	0
22252/A16	0.316009	0	0

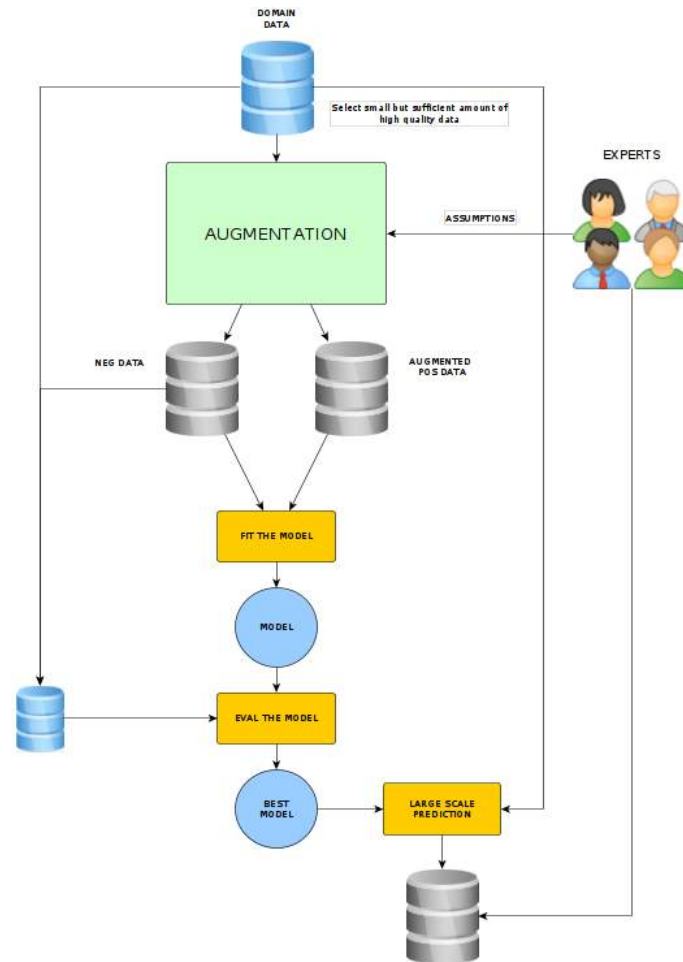
Мало данных? Ничего!



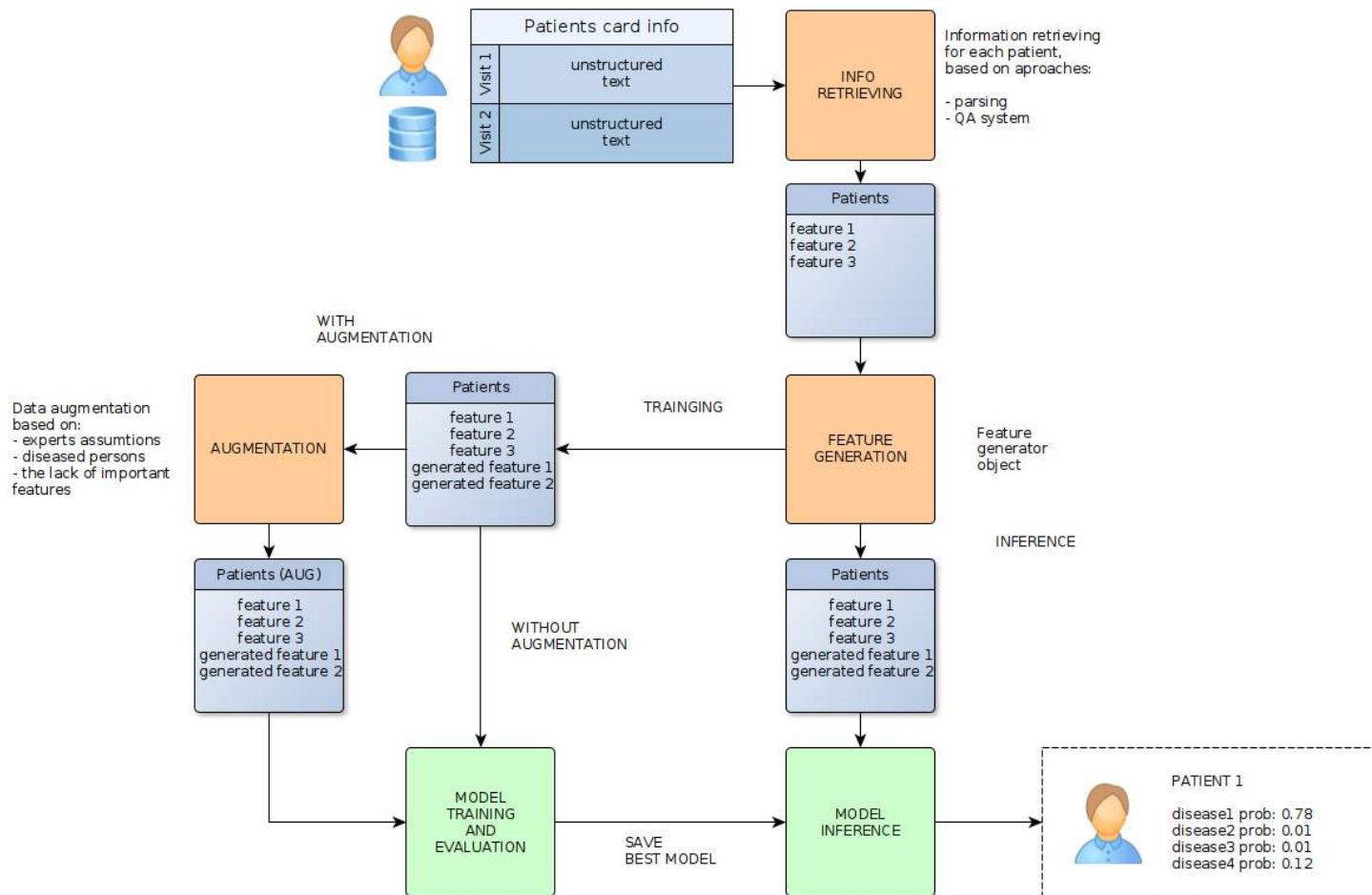
Generate known distribution given by experts and educated from papers into suspected stats



Fit model using generated statistics and fine-tune it using real cards

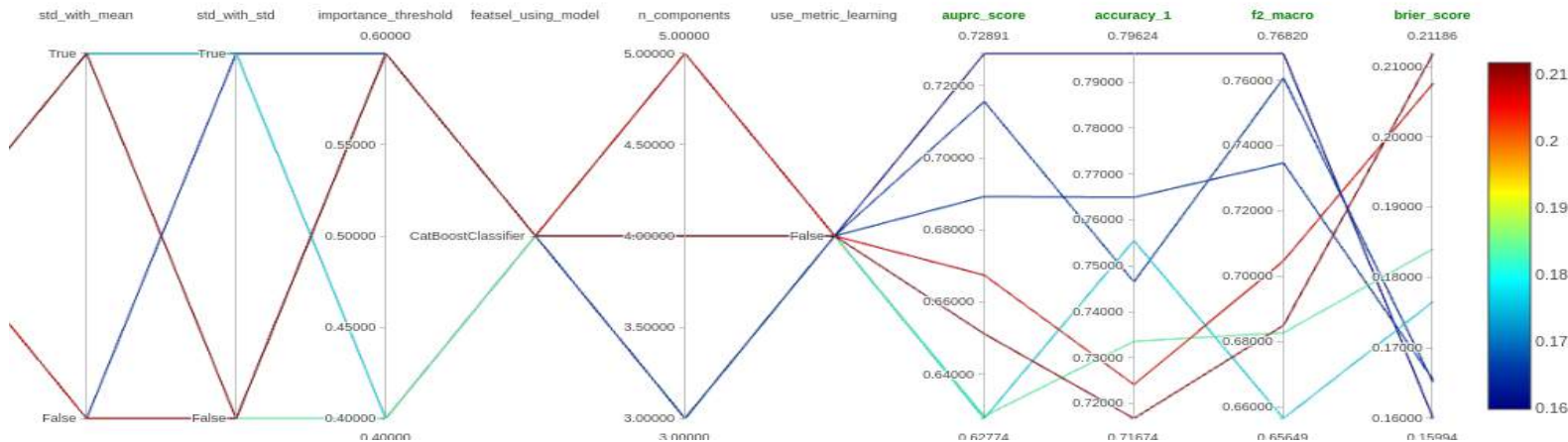


Общая схема конвейера



Очень много экспериментов!

		Parameters >					Metrics <						
<input type="checkbox"/>	Start T	Run Name	User	Sc	Ve	Mbest_params	featsel_using	importz	↓ accuracy	acc	accu	auprc_score	brier_score
<input type="checkbox"/>	✓	run_6	kaigorodov	☰	eC	- {'depth': ...	CatBoost...	0.6	0.799	1...	1	0.757	0.158
<input type="checkbox"/>	✓	test	kaigorodov	☰	2f	- {'learnin...	CatBoost...	0.6	0.796	1...	1	0.729	0.16
<input type="checkbox"/>	✓	run_1	kaigorodov	☰	2f	- {'depth': ...	CatBoost...	0.4	0.788	1...	1	0.763	0.146
<input type="checkbox"/>	✓	run_4	kaigorodov	☰	eC	- {'learnin...	CatBoost...	0.6	0.781	1...	1	0.742	0.174
<input type="checkbox"/>	✓	test	kaigorodov	☰	2f	- {'learnin...	CatBoost...	0.6	0.768	1...	1	0.737	0.183
<input type="checkbox"/>	✓	run_6	kaigorodov	☰	eC	- {'depth': ...	CatBoost...	0.6	0.765	1...	1	0.689	0.165
<input type="checkbox"/>	✓	run_3	kaigorodov	☰	eC	- {'learnin...	CatBoost...	0.6	0.762	1...	1	0.7	0.183
<input type="checkbox"/>	✓	run_5	kaigorodov	☰	eC	- {'learnin...	CatBoost...	0.6	0.759	1...	1	0.711	0.189
<input type="checkbox"/>	✓	run_2	kaigorodov	☰	eC	- {'C': 0.74...	CatBoost...	0.4	0.755	1...	1	0.628	0.177



Эффективность

$4.5 \times$

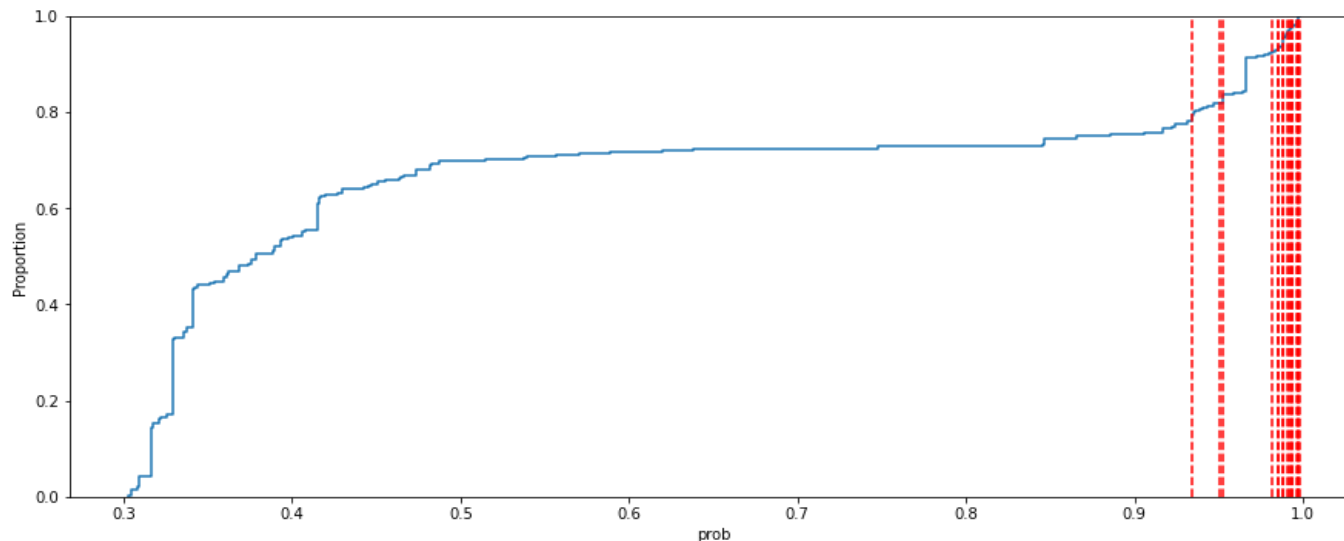
 $< 4887 \times$

 $\sim 4882 * 80 = 390k$

Субъект	Время затраченное на одну карту	Энергозатраты за 2 минуты	Число обработанных карт за 8 ч
Я	2 мин	$2 \text{ м} * 1.5 \text{ ккал} * 4.18 = 12.56 \text{ кДж}$	< 240
Модель	0.0013 мин	$150 \text{ Ватт} * \text{ч}/60 * 2\text{м} * 3.6 = 18 \text{ кДж}$	> 369000

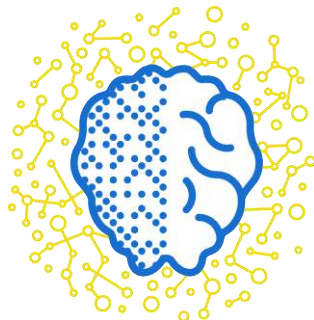
Результат

Общий объем данных для предсказания:	512658
Число предсказаний с вероятностью > 0.3:	464
Вероятность встретить карту случайно:	1/80.000
Вероятность встретить карту после сортировки моделью:	18/100 (x14.4k)



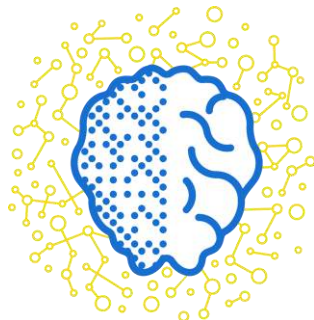
	pB	prob
0	27143_A20	0.997997
1	13949_A20	0.997413
3	10434_A17	0.996727
4	11310_A18	0.996712
8	41203_A16	0.995766
10	47419_A20	0.993574
11	11302_A18	0.992948
13	9944_A18	0.992674
14	51902_A20	0.991952
17	70713_A18	0.990362
22	9939_A18	0.988325
23	73092_A19	0.987799
30	18420_A17	0.985562
31	73145_A19	0.985331
34	41202_A16	0.981665
82	82656_A19	0.951872
84	10446_A17	0.950145
100	65592_A17	0.933616

Заключение



- Реализованные механизмы анализа электронных медицинских карт выступают в роли драйвера сбора новых данных
- Увеличение объема данных позволяет лучше описывать распределения и получать более качественные модели
- Реализованная модель автоматизирует работу специалистов и сокращает расходы времени на простые операции
- Улучшается качество работы специалистов, диагнозы определяются раньше и ставятся точнее

Заклучение



Спасибо за внимание!