







B. D. Science

Задача 15. Модель раннего обнаружения неисправностей промышленного оборудования















Пётр Ларин

- Капитан команды
- Data Scientist
- https://t.me/peterriarin

Светлана Хорольская

- Data Scientist
- o <u>https://t.me/IO_v</u> _<u>Ol</u>

Игорь Шахматов

- Data Scientist
- https://t.me/Igor _Shakhmatov_DS

Марина Запорожец

- o Data Scientist
- https://t.me/maz avlia

Любовь Ильина

- Data Scientist
- <u>https://t.me/Lyubov_llyina_Sterkhova</u>

Наша команда

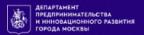


Мы – команда начинающих дата-сайентистов. Нас объединяет то, что мы только что закончили курс по Data Science в МГТУ им. Н. Э. Баумана и решили попробовать силы не на учебных, а на реальных задачах.

Мы выбрали задачу 15 потому, что ее фокус не на разработке, а на анализе данных.

Познакомившись с задачей ближе и осознав ее масштаб, мы решили сконцентрироваться на разделении подходов для предсказания наличия аварий типа М1 в выброшенных интервалах (подзадача №1) и предсказания неисправностей типа М3 в остальных интервалах (подзадача №2) и построении отдельных моделей для двух подзадач.







Наша гипотеза состоит в том, что, незадолго до наступления аварии М1, на графиках показателей соответствующей машины будут появляться характерные паттерны (сигнатуры), которые сможет распознать одномерная сверточная нейронная сеть.

Для обучения CNN мы подготовили датасет, элементами которого являются фрагменты X_train. Каждый такой фрагмент имеет 16 столбцов, соответствующих показателям одной из машин, на интервале в 10 минут (61 строка).

Один элемент датасета

| | ЭКСГАУСТЕР | ЭКСГАУСТЕР | ЭКСГАУСТЕР | ЭКСГАУСТЕР 9. | ЭКСГАУСТЕР 9. | ЭКСГАУСТЕР 9. | ЭКСГАУСТЕР 9. | ЭКСГАУСТЕР 9. | ЭКСГАУСТЕР 9. | ЭКСГАУС |
|----------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------------------|---|---|---|---|------------------------|-----------------------------|
| | 9. TOK POTOPA 1 | 9. TOK POTOPA 2 | 9. TOK CTATOPA | ДАВЛЕНИЕ МАСЛА В СИСТЕМЕ | ТЕМПЕРАТУРА ПОДШИПНИКА НА ОПОРЕ 1 | ТЕМПЕРАТУРА ПОДШИПНИКА НА ОПОРЕ 2 | ТЕМПЕРАТУРА ПОДШИПНИКА НА ОПОРЕ 3 | ТЕМПЕРАТУРА ПОДШИПНИКА НА ОПОРЕ 4 | ТЕМПЕРАТУРА МАСЛА В | ТЕМПЕРА1 МАСЈ МАСЛОБЛ |
| DT | | | | | | | | | | |
| 2019-03- 19 14:00:10 | 0.902000 | 0.902000 | 0.475000 | 337.130000 | 46.240000 | 51.920000 | 40.560000 | 54.111499 | 21.174060 | 39.34 |
| 2019-03- 19 14:00:20 | | 0.738000 | 0.475000 | 332.360000 | 45.430000 | 50.659107 | 39.932358 | 54.350000 | 19.470000 | 39.75 |
| 2019-03- 19 14:00:30 | 0.902000 | 0.902000 | 0.520000 | 328.288000 | 46.240000 | 50.785304 | 39.752081 | 53.624738 | 22.720000 | 40.56 |
| 2019-03- 19 14:00:40 | 0.683333 | 0.683333 | 0.460000 | 324.654000 | 45.998824 | 50.704178 | 40.076582 | 54.273755 | 21.900000 | 38.94 |
| 2019-03- 19 14:00:50 | | 0.820000 | 0.520000 | 320.996000 | 45.430000 | 50.785304 | 39.995457 | 53.624739 | 21.336311 | 39.75 |
| | | | | | | | | | | |
| 2019-03- 19 14:09:30 | 0.820000 | 0.820000 | 0.390000 | 180.237500 | 45.430940 | 44.051788 | 37.805041 | 49.811786 | 19.470000 | 37.32 |
| 2019-03- 19 14:09:40 | 1.025000 | 1.025000 | 0.350000 | 158.704000 | 45.430940 | 43.537986 | 38.039412 | 48.680000 | 21.090000 | 38.94 |
| 2019-03- 19 14:09:50 | 0.820000 | 0.820000 | 0.346667 | 155.323333 | 45.512066 | 43.646154 | 38.130000 | 49.490000 | 20.768424 | 38.13 |
| 2019-03- 19 14:10:00 | 19.515000 | 19.515000 | 0.376667 | 155.380000 | 45.268687 | 43.646154 | 37.967298 | 49.649531 | 21.092932 | 38.53 |
| 2019-03- 19 14:10:10 | 331.414000 | 331.414000 | 0.416000 | 155.596667 | 45.349814 | 43.810000 | 37.805041 | 49.325025 | 20.687299 | 38.94 |
| 61 rows | × 16 columns | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | > |







| | Машина №4 | Машина №5 | Машина №6 | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----------|-----------|-----------|--|--|-----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|--|--|--|---|
| 10 мин. | | pre-M1 | | | DT | aworkyo ter 2 for Portors 1 | SKGRAVGTEF S. TOK POTOPA 2 | SHICKAYOTEP S. TOIL CTATOPS | ORDIANCTON ANDREHME MADRA D CACCINE | экопаустер температура подпринира на опом-т | DICTAVOTER TEMPERATIVA HOQUINTINKA HA DI LIPE 2 | O KOLAYOTEN S. TEMILENTENS ROQUENTI MRA HA CIRCIPI O | DISTRIBUTED TO THE PROPERTY OF | DIVORANDITOR TEMPREPATIVE NACRA D ORCO-MI | DESTRUCT TEMPERAT MARTI WARTINET |
| 10 мин. | | pre-M1 | | | 2019-03- 14-00-70 2019-03- 15- 16-00-70 2019-03- 2019-03- | 0 merce 0 merce | 0.752000 0.758000 0.752000 | 0.475000 0.775000 0.570000 | 327 - 20000 350,390000 325 - 200000 | 46240000 4042000 46240000 | \$1,000,000 92,50,5107 50,775024 | -0 566000 50,052505 20 752654 | 5: 111400 94333000 53624730 | 21 17:000 19:4:0400 22 720000 | 9275 9275 4050 |
| 10 мин. | все ОК | pre-M1 | | | 2019-03- 2019-03- 2019-03- 14 19591 | 0.829400 0.959400 0.855333 | 0.520000 0.520000 | 0.500000 0.500000 | 321,894000 320,000000 180,254000 | <5470000 <5470000 <5420000 | 92.704178 91.775924 44.504768 | | 91278799 50674739 41341788 | 21 900000 21 990011 | 96.94 39.75 96.36 |
| 10 мин. | все ОК | | | | 2019-03- 14:28040 2019-03- 2- 14:18004 2019-03- 14:18000 2019-03- | 0823400 | 1 (3482) 0.53000 19 (3482) | 0.545567 0.545567 | 16 Aug 10 16 Aug 100 16 House 10 | 21247001 45512086 21774007 | 44 54 54 54 54 54 54 54 54 54 54 54 54 5 | 56,1946.00 56,1946.00 56,464.00 | 236-4888 794-3388 246-2881 | 20 98424 20 98424 | 28 13 28 A-4 |
| 10 мин. | все ОК | M1 | | | 19 14 1974 61 19WS 21 | | 331.414.00 | C. 15000 | 100,00007 | 49.34,814 | 42 8 10000 | 1,0000.0 | -9.328029 | 30,887,250 | 3634 |
| 10 мин. | | | | | | | | | | | | | | | |

В датасет попадают все фрагменты, содержащие аварии М1 с меткой класса "1" и все фрагменты, предшествующие авариям М1 на протяжении 3 часов – с меткой класса "2". К ним добавляются избранные фрагменты, изолированные от аварий, с меткой "0" в количестве, необходимом для сбалансированного датасета.



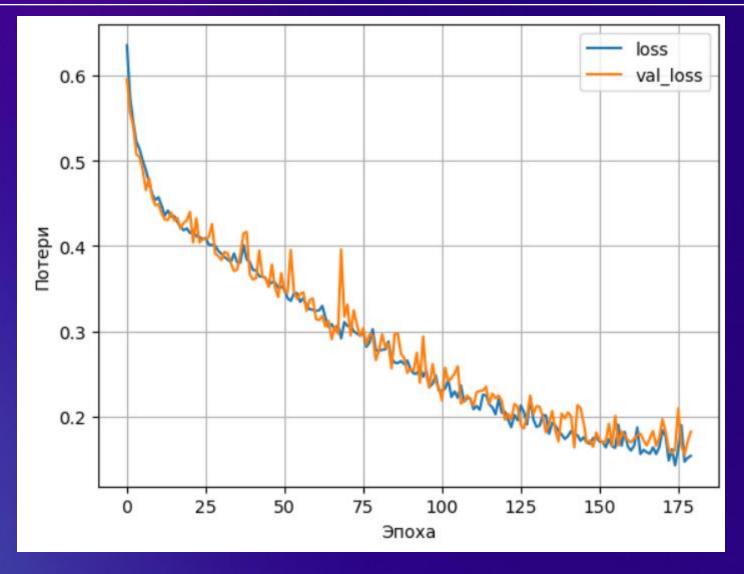




Архитектура CNN (параметры неокончательные):

model_m = Sequential()
model_m.add(Conv1D(80, 6, activation='relu',
input_shape=(61, 16)))
model_m.add(Conv1D(80, 6, activation='relu'))
model_m.add(GlobalAveragePooling1D())
model_m.add(Dropout(0.23))
model_m.add(Dense(160, activation='relu'))
model_m.add(Dense(3, activation='softmax'))

model_m.compile(loss= 'categorical_crossentropy', optimizer='adam', metrics=['accuracy'])





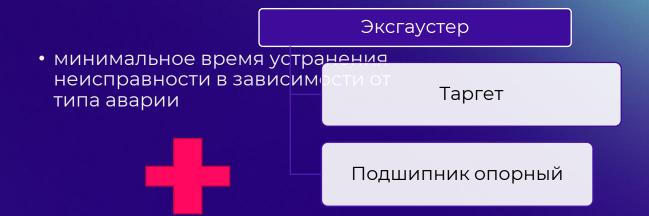
На вход обученной CNN подаются фрагменты из X_test, предшествующие пропускам на интервале в 3 часа (18 интервалов). Таким образом, на каждый пропуск мы получаем 18 меток класса, из которых методом голосования определяется наличие аварии в пропуске.

Данный подход не предусматривает определения конкретного технического места.

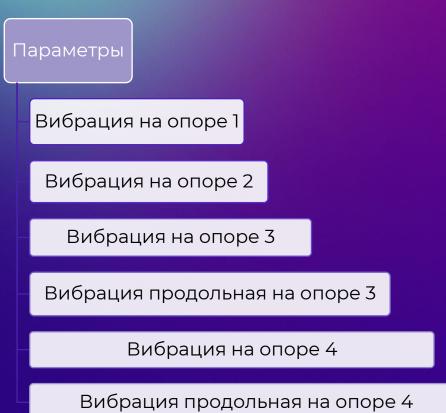
Предсказания модели содержатся в файле submission_1.xlsx.



Формирование выборок для подзадачи №2



• Оставляем начальный интервал X и у до первого сообщения о поломке, не имеющей даты устранения

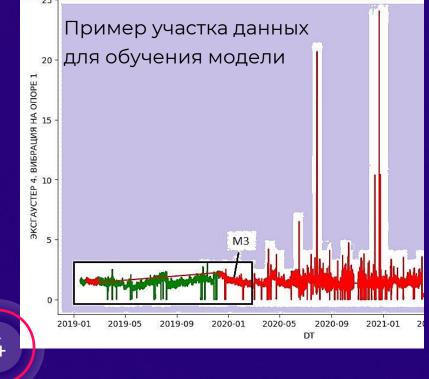


Подготовка данных

После установления периодов с авариями типа МI, они исключаются или подбираются данные, не содержащие МI для таргетов всего эксгаустера

Подготовка данных

Данные преобразуются в последовательность в виде скользящего окна



Подготовка данных

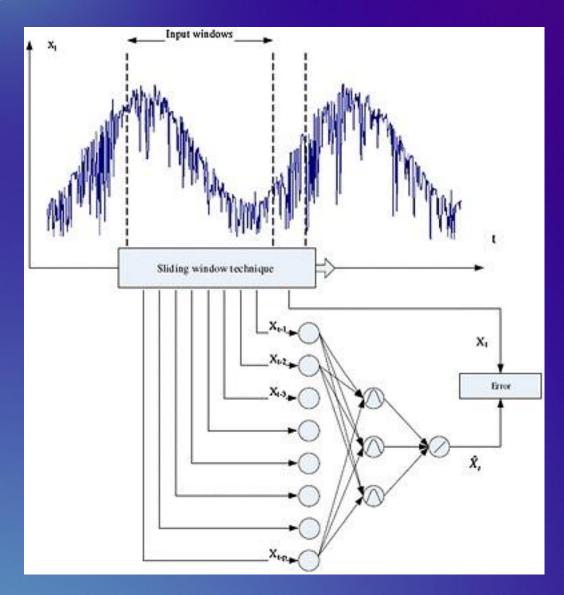
Из данных исключаются интервалы, не содержащие информации о дате устранения неисправности

Прогнозирование

Разработана модель на основе сверточных нейронных сетей и сетей LSTM

Реализация подхода скользящими окнами

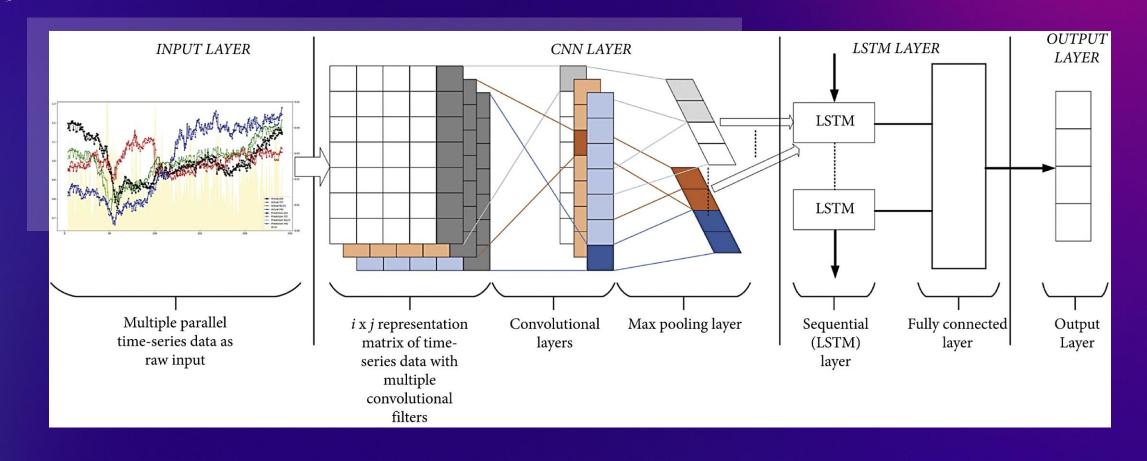




Параметры окна

- Размер
- Сдвиг
- Метка окна (0, 1, 2)

Нейронная сеть для подхода №2



Архитектура



| Тип слоя | Название слоя | Количество нейронов | Параметры слоя | Функция активации | | |
|--|------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------|--|--|
| Сверточный слой | Conv1D | 32 | размер фильтра - 5 | relu | | |
| Сверточный слой | Conv1D | 32 | размер фильтра - 5 | relu | | |
| Пулинг-слой | MaxPooling1D | _ | размер окна - 3 | _ | | |
| LSTM-слой | LSTM | 64 | _ | _ | | |
| Слой dropout регуляризации | Dropout | _ | коэфф. отключения – 0.2 | _ | | |
| Полносвязный слой | Dense | 64 | _ | _ | | |
| Полносвязный слой для классификации | Dense | 3 | _ | softmax | | |





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!