Применение нейронных сетей к прогнозированию распространения вирусных инфекций

Авторы Архипова И.В, Гусарова С.В. Кт.н. Самаркин А.И. ,
д.м.н. Иванова Н.В. МНОЦ им. Софьи Ковалевской

Аннотация

Рассматриваются вопросы применения нейронных сетей к распространению вирусных инфекций на примере Псковской области.
Так на ход пандемии оказывает влияние большое количество факторов, нейронные сети обладают способностью учесть неизвестные заранее особенности сложно организованных процессов.
Отмечается, что региональные особенности сказываются не только на ходе пандемии, но и на особенности организации статистического учета.

Введение

Описание и прогноз хода пандемии является сложной математической проблемой, для решения которой необходим учет большого количества влияющих факторов. Наряду с детерминированными моделями SEIR хорошо себя зарекомендовали модели на основе искусственных нейронных сетей.
Анализ нестационарных и нерегулярно-сезонных рядов можно проводить, используя как LTSTM, так и рекуррентные нейронных сетей (NAR).
Это особенно важно на региональном уровне, где приходится учитывать особенности конкретного региона, статистические данные с региональной спецификой и малые объемы популяции.
Рассмотрим пример подготовки данных и обучение нейронных сетей для прогнозирования хода пандемии.

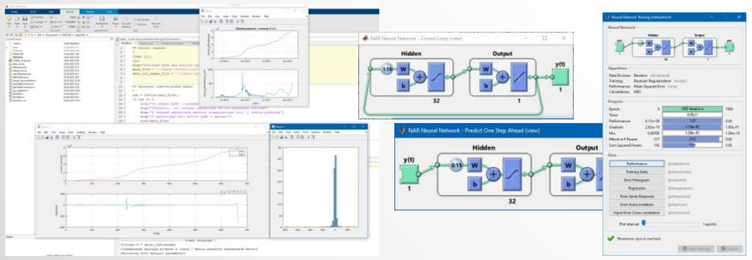
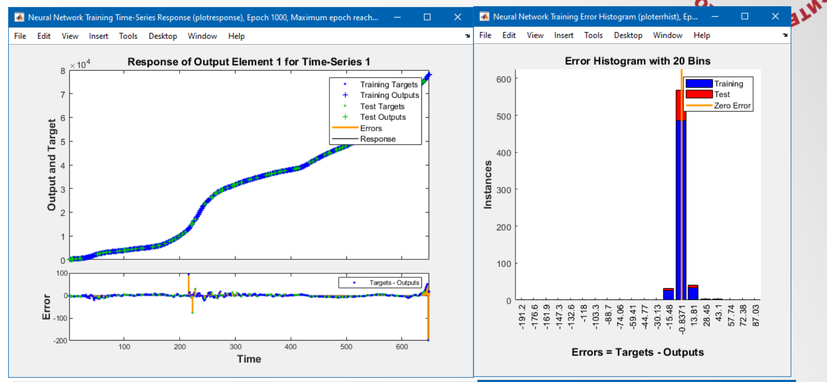
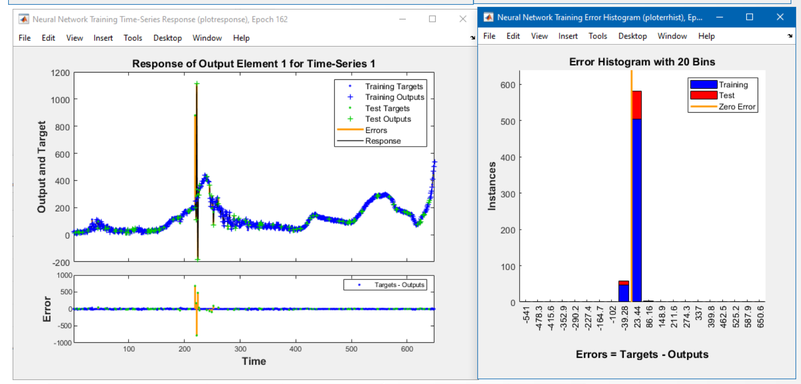


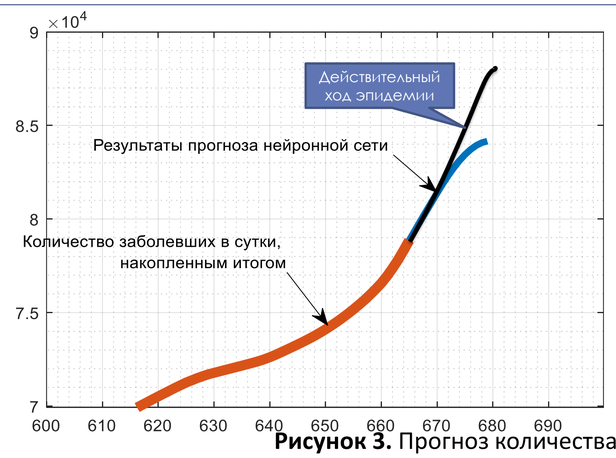
Рисунок 1. Проектирование нейронной сети в среде MATLAB (предоставлен МНОЦ им. С. Ковалевской)

Методы и материалы

Для обучения нейронных сетей использовались официальные сведения о количестве заболевших COVID-19 (нарастающим итогом и посуточно) и количество умерших за весь срок пандемии до 14 февраля 2022 г.
Данные сглаживались для снижения влияния частоты подачи отчетов первичного звена, устранялись ошибки.
По каждой выборке обучалась отдельная сеть, которая в дальнейшем преобразовывалась в форму, удобную для расчета прогноза.
По результатам выполнен прогноз хода пандемии на 14 дней. Заметим, что прогноз составлялся на время активного распространения штамма омикрон.
Модели демонстрируют хорошее соответствие расчетных и наблюдаемых показателей за период наблюдения.







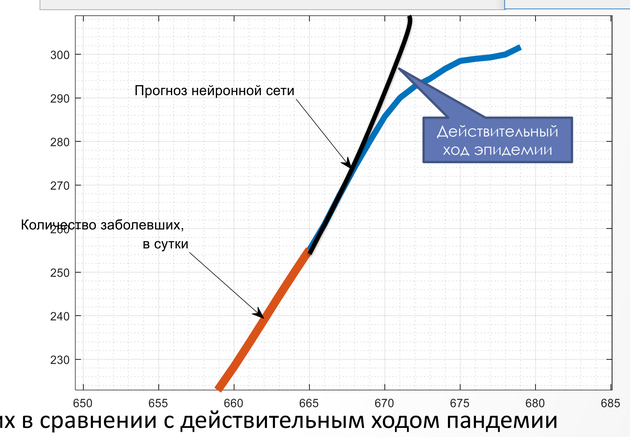


Рисунок 3. Прогноз количества заболевших в сравнении с действительным ходом пандемии

Результаты и обсуждение

Нейронные сети дают сравнительно хорошее качество прогноза на период 1 неделю.
Разница с наблюдаемыми результатами не превышает 2-3%.
Через 7 дней прогноз значительно расходится с наблюдениями, что объясняется двумя факторами: в рассматриваемый период штамм омикрон распространялся экспоненциально, рекуррентная модель использует для прогноза только данные временного ряда, в том числе – свой же собственный прогноз

Контакты

Архипова И.В, Гусарова С.В
ПсковГУ
Телефон: +7-900-993-86-58

Заключение

Нейронные сети демонстрируют высокие прогностические качества, которые могут быть улучшены за счет: подбора оптимального количества нейронов скрытого слоя и количества входов, а также подключения временных рядов с дополнительной информацией (например, количеством вакцинированных пациентов).