

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАСХОДА ВОДЫ ПРИ РАБОТЕ ПОВЫСИТЕЛЬНОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Садоменко С.Л., Тозик А.С., Лившиц Ю.Е., Гутич И.И.
Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

На современном этапе развития систем управления повысительными насосными станциями важную роль играет оптимизация энергопотребления с помощью интеллектуальных алгоритмов, задача которых сводится к определению наиболее эффективных режимов работы станции. Важную роль в решении задач оптимизации повысительных насосных станций играет прогнозирование расхода воды. Основываясь на периоде прогноза выделяют краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный прогноз. Краткосрочный прогноз расхода – это прогноз на несколько минут вперед, среднесрочный – от одного часа до трех, долгосрочный прогноз – на один день вперед.

Поскольку расход воды представляет собой прежде всего одномерный временной ряд, могут применяться многие статистические методы прогнозирования временных рядов. Они включают авторегрессию, скользящее среднее, интегрированную модель авторегрессии скользящего среднего и другие. Однако, эти методы хорошо работают только со стационарными временными рядами, что делает их менее эффективными для временных рядов с существенными нелинейными составляющими.

Другой класс методов прогнозирования основан на нейронных сетях. Этот метода стал чрезвычайно популярный в прогнозировании временных рядов за последнее десятилетие. В основном, нейронные сети подражают человеческому мозгу, чтобы автоматически изучать закономерности и шаблоны из прошлого опыта и произвести обобщенные выводы. В отличие от статистических методов прогнозирования, нейронные сети представляют собой набор нелинейных адаптивных методов, которые управляются данными, а это значит, что нет необходимости каких-либо предварительных знаний о взаимосвязи между моделью и данными. Хорошо известно, что нейронные сети способны аппроксимировать любую нелинейную функцию. Нейронные сети обычно достигают хороших результатов, особенно на сложных временных рядах.

Традиционные нейронные сети лишены памяти, что является их основным недостатком. Рекуррентные нейронные сети решают эту проблему. Они содержат в себе обратные связи, позволяющие сохранять информацию. В структурном плане рекуррентные нейронные сети тесно связаны с последовательностями, их архитектура является естественной для работы с таким типом данных. За последние несколько лет рекуррентные нейронные сети с большим успехом были использованы для

решения различных задач, таких как распознавание речи, моделирование языка, перевод, создание описаний к изображениям, прогнозирование [1].

Большая часть успехов была достигнута с помощью особого типа рекуррентных нейронных сетей, называемых lstm-сетью (long short-term memory, долговременно-кратковременная память), которые при решении различных задач значительно превосходят стандартный вариант.

Lstm-сеть – это особый тип рекуррентной нейронной сети, способный обучаться долговременным зависимостям. Lstm-сети были представлены в работе hochreiter and schmidhuber, 1997, а затем оптимизированы и популяризированы во многих последующих работах. Такие сети прекрасно справляются с решением многих задач и находят широкое применение в настоящее время [2].

Lstm-сети разработаны специально для того, чтобы решить проблему долговременных зависимостей. Хранение информации в течение длительных периодов времени – это их поведение по умолчанию. Все рекуррентные нейронные сети имеют форму цепочки повторяющихся модулей. Повторяющийся модуль стандартной рекуррентной нейронной сети имеет очень простую структуру, например, единственный tanh-слой (функция активации – гиперболический тангенс).

Lstm-сеть представляет собой аналогичную цепочку, но повторяющийся модуль имеет другую структуру. Вместо одного слоя он содержит четыре слоя, которые взаимодействуют особым образом.

В результате для прогнозирования расхода воды на повысительных насосных станциях была выбрана именно lstm-сеть, так как расход воды имеет распределенные во времени повторяющиеся тенденции, которые сеть смогла изучить и обобщить [4].

Модель сети реализована на платформе .net с помощью языка программирования c# в виде dll библиотеки и nuget пакета для упрощения использования в сторонних программах [3]. Выбор технологии обусловлен опытом разработки программ и наличием стека компонентов для решения всех поставленных задач, а также реализацией системы оптимизации.

1. Уоссермен ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика / пер. С англ. Ю.а.зюева, в.а.точенова — м.: мир, 1992.

2. Мкртчян С.О. Нейроны и нейронные сети. (введение в теорию формальных нейронов) — м.: энергия, 1971.

3. Э. Троелсен. Язык программирования c# 2010 и платформа .net 4/ - м.: издательство «вильямс», 2010. -1392 с.

4. Интернет: <http://datareview.info/article/znakomstvo-s-arhitekturoy-lstm-setey>.