

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.9

Степанов
Сергей Михайлович

Анализ параметров прогнозирования генерации электроэнергии солнечными
панелями

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра информатики и вычислительной техники
по специальности 1-40 81 02 «Технологии виртуализации и облачных вычис-
лений»

Научный руководитель
Искра Наталья Александровна
старший преподаватель

Минск 2018

Работа выполнена на кафедре электронных вычислительных машин учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Научный руководитель:

Искра Наталья Александровна,
Старший преподаватель кафедры электронных вычислительных машин учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»

Рецензент:

Белоцерковский Алексей Маратович,
к.т.н., зав. отделом Интеллектуальных информационных сетей ГНУ ОИПИ НАН Беларуси

Защита диссертации состоится «19» января 2018 года в 10⁰⁰ часов на заседании Государственной комиссии по защите магистерских диссертаций в учреждении образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» по адресу: 220013, г.Минск, ул. Платонова, 39, 5 уч. корп., ауд. 512, тел.: 293-86-17, e-mail: kafevm@bsuir.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время проблема использования различных источников электрической энергии стоит особенно остро. Человечество использует невозобновляемые энергетические ресурсы, такие как нефть, газ, уголь, и объемы потребляемых ресурсов растут каждый год. Вследствие этого, количество невозобновляемых ресурсов сокращается, поэтому человечество начало использовать возобновляемые источники энергии, такие как солнечная энергия, энергия солнца, геотермальных источников и прочие.

За последние 15 лет количество сгенерированной энергии и инвестиции в возобновляемые источники энергии выросли в десятки раз. Этому способствовали не только удешевление и совершенствование технологий производства ветряков, солнечных панелей, но и популяризация возобновляемых источников энергии. Каждый год ставятся новые рекорды по количеству и темпу роста сгенерированной энергии из возобновляемых источников. Например, в 2016 году прирост генерирующих мощностей солнечными панелями вырос на 74 ГВт, которые впервые обогнали угольные электростанции по тому же параметру на 14 ГВт. В общей сложности за 2016 год на возобновляемые источники пришлось 66% общего прироста генерирующих мощностей.

Беларусь старается не отставать от тенденций на возобновляемые источники энергии. В 2016 году компания Velcom построила солнечную электростанцию мощностью 18,48 МВт недалеко от города Брагин. В 2017 ГПО «Белоруснефть» запустили солнечную электростанцию мощностью 57,8 МВт недалеко от г. Речица. Всего в Беларуси 31 солнечная станция общей мощностью 41 МВт. Согласно государственной программе «Энергосбережение», к 2020 году в Беларуси планирует строительство не менее 250 МВт солнечных электростанций.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Целью данной работы является разработка программного комплекса прогнозирования генерации электрической энергии солнечными панелями на основе нейронных сетей. Он предоставляет возможность прогнозирования генерации электроэнергии на основе данных, полученных ранее и параметров, которые влияют на генерацию электроэнергии солнечными панелями, такие как облачность, время восхода и захода солнца и прочие. Это позволяет пользователям планировать какое количество электроэнергии солнечные панели могут сгенерировать, а какое количество электроэнергии им нужно будет взять из других источников. С другой стороны, компании, которые владеют большим количеством солнечных панелей также могут планировать объем электроэнергии, отдаваемый в энергосистему, тем самым прогнозируя выручку за определённый период времени.

Задачи исследования:

- провести анализ алгоритмов прогноза;
- сравнение алгоритмов;
- выбор наилучшего алгоритма на основе эксперимента;
- разработка программного комплекса.

Предметом исследования данной работы являются способы прогнозирования генерации электрической энергии солнечными панелями в зависимости от различных параметров.

Актуальность данной темы особенно остро стоит в настоящее время, когда природные энергетические ресурсы планеты истощаются всё быстрее (нефть, газ и прочие) в связи с увеличением их добычи. В последнее время всё больше людей интересуются восполняемыми энергетическими ресурсами, такими как энергия солнца, ветра, геотермальных источников и других.

Программный комплекс прогнозирования генерации электроэнергии предоставляет возможность прогнозирования генерации электроэнергии на основе данных, полученных ранее и параметров, которые влияют на генерацию электроэнергии солнечными панелями, такие как облачность, время восхода и захода солнца, температура и прочие. Это позволяет пользователям планировать какое количество электроэнергии солнечные панели могут сгенерировать, а какое количество электроэнергии им нужно будет взять из других источников. С другой стороны, компании, которые владеют большим количеством солнечных панелей или солнечными электростанциями также могут планировать объем электроэнергии, отдаваемый в энергосистему, тем самым прогнозируя выручку за определённый период времени.

В соответствии с государственной программой Республики Беларусь «Энергосбережение» на 2016 – 2020 годы [1] одним из направлений является

увеличение использования возобновляемых источников энергии в доле топливно-энергетических ресурсов. Прогнозирование генерации электрической энергии солнечными панелями помогает операторам эффективно управлять солнечной электростанцией и прогнозировать количество электрической энергии, отдаваемой в энергосистему.

Исследование и применение различных регрессионных методов для прогнозирования генерации электрической энергии солнечными панелями описывается в работах П. Бачера, Р. Хуанг, Т. Хуанг, Р. Гадх, П. Чакраборты, М. Марвах, М. Арлит, Н. Рамакришнан и других исследователей. Разработка и усовершенствование алгоритмов машинного обучения описываются в работах Д. Кингма, Д. Ба, Д. Фридмана и других исследователей.

Теоретические и практические примеры создания и использования алгоритмов нейронных сетей и машинного обучения описываются в книгах С. Хайкина, Т. Митчела, Л. Бримана и других авторов.

На 53-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, проходящей в БГУИР 2 – 6 мая 2017 г. были представлены результаты исследований, включённые в магистерскую диссертацию.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении рассмотрено современное состояние проблемы предсказания генерации электрической энергии солнечными панелями, определены основные направления исследований, а также дается обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В общей характеристике работы сформулированы ее цель и задачи, показана связь с научными программами и проектами, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлена апробация результатов диссертации и их опубликованность.

В первой главе рассматриваются устройство и принцип работы солнечной панели, а также различные типы панелей

Во второй главе приведен анализ источников данных, а также параметров, влияющих на генерацию электрической энергии солнечными панелями.

В третьей главе представлены части кода для получения исторических погодных данных и данных о генерации электрической энергии. Также представлены результаты их объединения для обучения нейронной сети.

В четвертой главе представлен анализ многослойного персептрона и деревьев принятия решений, а также проведение экспериментов.

В приложении представлена электронная презентация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наивысший коэффициент детерминации показывает дерево принятия решений для любого из критериев останковки построения дерева – 0.94. Такой результат характеризует очень хорошую построенную модель с высоким уровнем точности прогнозов. Критерии останковки `mse` и `friedman_mse` показывают одинаковую точность предсказания, т.е. нет разницы в их использовании для данного типа задач. Критерий останковки `mae` показал точность немного хуже при ограниченной глубине дерева, по сравнению с `mse`, но при выключенном ограничении по глубине построения дерева, показывает такую же точность, как и другие критерии останковки.

Наилучший коэффициент детерминации многослойного персептрона – 0.58 для сигмоидальной функции активации и улучшенным алгоритмом градиентного спуска для расчета весов связей нейронов. Такой коэффициент характеризует модель средней точности с высокой степенью вероятности ошибок. Наихудшие показатели коэффициента детерминации были получены при отсутствующей функции активации. В данном случае коэффициент детерминации равен примерно 0.48-0.49. При использовании любой из перечисленных выше функций активации, коэффициент детерминации увеличивается и равен примерно 0.56-0.58. При этом нет большой разницы при использовании различных методов оптимизации, т.к. они не дают большого прироста в точности прогнозирования.

Многослойный персептрон восприимчив к «выбросам» т.е. данным, которые сильно отличаются от общей выборки значений. Это может быть одной из возможных причин низкого коэффициента детерминации многослойного персептрона. Второй возможной причиной низкого коэффициента может быть относительно небольшой объем данных для обучения. Для улучшения коэффициента детерминации многослойного персептрона предлагается убрать «шумные» данные из обучающей выборки и увеличить её объем.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Степанов, С. М. Анализ параметров прогнозирования генерации электроэнергии солнечными панелями // Компьютерные системы и сети: материалы 53-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов (Минск, 2 – 6 мая 2017 г.). – Минск: БГУИР, 2017. – С. 46 – 47.

Библиотека БГУИР