

УДК 681.51

С. М. ІССА, студент;

І. С. ЩЕРБІНА, канд. техн. наук, доцент,

Державний університет телекомунікацій, Київ

ПРОГНОЗУВАННЯ АНОМАЛІЙ НА АВТОМАТИЗОВАНОМУ ВИРОБНИЦТВІ НА ОСНОВІ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Досліджено використання машинного навчання та глибинного навчання на промисловому виробництві. Освітлено проблематику переходу до Industry 4.0 та впровадження Maintenance 4.0. Оскільки все більше промислових виробництв переходить на технології Industry 4.0 та Maintenance 4.0, вочевидь, існує нагальна потреба в прогнозованому обслуговуванні величезних масивів даних із датчиків, встановлених на промисловому обладнанні.

Потрібно технологічне вирішення, щоб підприємства могли приймати та масштабувати прогнозний промисловий IoT на своїх об'єктах. Для цього було розроблено систему Auto-MDL — нестандартне вирішення для промислових підприємств, які переходять на Industry 4.0, використовуючи аналогічний рівень ресурсів та можливостей при експлуатації за старих умов.

Ключові слова: машинне навчання; глибинне навчання; штучний інтелект; IoT, Інтернет речей; Industry 4.0; Maintenance 4.0.

ВСТУП

З огляду на те, що все більше продуктів стають розумними та пов'язаними, програмне забезпечення відіграє роль сполучної матерії для створення цінностей навіть для компаній, що продають фізичні товари. Зближення фізичного та цифрового світів починається з датчиків та сенсорних даних, що автоматизує та кількісно визначає відстеження візерунків як для розподілу продукції, так і для поведінки споживачів у фізичному світі. Такі дані стають валютою промислової економіки Інтернету та основою для нових програмних послуг.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Сьогодні все більше промислових компаній починають використовувати машинне навчання для виявлення аномалії та моніторингу стану обладнання.

Зупинка виробництва через несправності та аномалії в роботі обладнання призводить до фінансових збитків, а сучасні методи роботи з даними дають можливість прогнозувати роботу обладнання.

Передусім тут виникають такі групи завдань:

- прогнозування споживання енергоресурсів і матеріалів, необхідних для виробництва, оптимізація закупівлі і доставляння матеріалів;
- оптимізація процесу виробництва (побудова моделей: як використовувати матеріали впливають на якість виробленого продукту);
- прогнозування цін на продукцію, прогнозування попиту, планування сортаменту і оптимізація доставляння продукції клієнтам;
- діагностування обладнання, виявлення і прогнозування несправностей.

Висвітлимо методи машинного навчання та статистичного аналізу для виявлення аномалій, без

поглибленого розгляду деяких більш технічних аспектів.

Способи та методи розв'язання задачі прогнозування. До методів вирішення та прогнозування аномалій належать:

- багатовимірний статистичний аналіз;
- виявлення багатоваріантної аномалії;
- відстань Махаланобіс;
- штучна нейронна мережа;
- задача «знехтуванням АБО»;
- мережі автокодування;
- кластеризація та візуалізація.

Дослідження алгоритмів кластеризації. Кластеризація полягає в розподілі безлічі об'єктів за категоріями так, щоб у кожній категорії (кластері) виявилися найбільш схожі між собою елементи. Кластеризувати об'єкти можна за різними алгоритмами. Найчастіше використовують такі: на основі центра ваги трикутника; на базі підмікнення; скорочення розмірності; щільності (засновані на просторовій кластеризації); імовірнісні; машинне навчання, зокрема нейронні мережі. Алгоритми кластеризації застосовують у біології (дослідження взаємодії генів у геномі, що нараховує до кількох тисяч елементів), соціології (оброблення результатів соціологічних досліджень) та інформаційних технологій.

Цифрова трансформація, цифровізація, Industry 4.0 — як рушій сучасної економіки. Головна мета цифрової трансформації, цифровізації, Industry 4.0 — використання технологій та даних для підвищення продуктивності та ефективності. Зв'язок і потік інформації й даних між пристроями та датчиками дає можливість забезпечити велику кількість доступних даних. Тоді ключовий механізм зможе використовувати ці величезні обсяги доступних даних і фактично витягати корисну інформацію, що уможливить зниження

витрат, оптимізацію потужності і скорочення часу простою обладнання до мінімуму.

Дослідження проблематики впровадження Maintenance 4.0 на сучасних промислових виробництвах. За останні кілька років принципи «Industry 4.0» та «Maintenance 4.0» набули широкого визнання на виконавчому рівні. Зараз відбувається перехід до впровадження цих принципів. Багато промислових організацій приділяють чималу увагу та витрачають бюджет на оцінювання технологій та нових пілотних вирішень. Хоча повномасштабне розгортання ще не є поширеним, ми спостерігаємо часткове впровадження Maintenance 4.0 у багатьох галузях технологічної сфери.

Використання методів машинного навчання в задачах прогнозування аномалій. Методи машинного навчання в промисловому виробництві використовується з метою:

- підімкнення до моніторингу стану;
- виявлення аномалій;
- прогнозування невдач за великих обмежень даних.

Дослідження алгоритмів машинного навчання та глибинного навчання. Машинне навчання — це процес, під час якого система обробляє велику кількість прикладів, виявляє закономірності і використовує їх, щоб прогнозувати характеристики нових даних.

Глибинне навчання (також відоме як глибоке структуроване навчання або ієрархічне навчання) — є частиною більш широкого сімейства методів машинного навчання (Machine Learning) на основі вивчення отриманих даних, на протипагу специфічним для завдання алгоритмам. Вивчення може контролюватися, напівконтролюватися або бути безконтрольним.

Машинне навчання та глибинне навчання використовуються у багатьох сферах, серед яких комп'ютерне бачення, розпізнавання мовлення та машинний переклад. Для ефективного впровадження алгоритмів машинного навчання та глибинного навчання необхідно прийняти кілька важливих вирішень: зробити вибір між десятками доступних методів і алгоритмів попереднього оброблення та очищення даних, налаштувати параметри у вибраних алгоритмах і відкалібрувати кількість дерев або шарів (і вузлів на кожному рівні) набору даних.

Дослідження доцільності використання машинного навчання та глибинного навчання на промисловому виробництві. Машинне навчання використовується на промислових підприємствах для прискорення процесу визначення моделей і застосування цих моделей до нових наборів даних. Знайшовши кореляції в наборах даних, співробітники можуть приймати більш обґрунтовані

рішення, керуючись цими даними. Однак ініціативи машинного навчання мають починатися з початкових наборів даних, які можуть бути використані для належного навчання алгоритмів.

Наприклад, багато заводів, виробництв розглядають способи підвищення та поліпшення ефективності використання своїх машин. Для невеликих виробництв достатньо переглядати списки машин і відстежувати такі показники, як час експлуатації машини, частоту ремонтів, витрачений на ремонт час та отриману кількість ресурсу від роботи машини. Із невеликими наборами даних цей процес може виконуватися людьми (інженерами), які розуміються на ситуації і мають відповідний досвід.

Перспективи. Зі зменшенням вартості збору даних за допомогою датчиків, а також із підвищенням зв'язком між пристроями, можливість отримання цінної інформації з даних стає все більш важливою. Пошук шаблонів у великій кількості даних — це сфера машинного навчання та статистики, і, на нашу думку, існує величезна можливість використовувати інформацію, приховану в цих даних, для підвищення продуктивності в кількох різних сферах. Виявлення аномалій та моніторинг стану, як зазначалося, лише одна з багатьох можливостей.

У майбутньому машинне навчання набуде набагато більше способів використання, ніж ми навіть сьогодні можемо уявити.

ВИСНОВОК

Оскільки все більше промислових виробництв переходить на технології Industry 4.0 і Maintenance 4.0, очевидно, існує потреба в прогнозованому обслуговуванні величезних масивів даних із датчиків, що встановлюються на промисловому обладнанні.

Потрібно технологічне рішення, щоб підприємства мали змогу приймати та масштабувати прогнозний промисловий IoT на своїх об'єктах.

Список використаної літератури

1. Хель І. *Індустрія 4.0: що таке четверта промислова революція?* // *Hi-News*, 2015.
2. *Machine Learning with AWS*. Pack Publishing: November 2018.
3. Smola A., Vishwanathan S. V. N. *Introduction to Machine Learning*. United Kingdom: Cambridge University Press, 2008. 226 p.
4. Hozdić E. *Smart factory for industry 4.0*. Slovenia: University of Ljubljana, 2015. 35 p.
5. Google Developers, *Machine Learning*. Google Engineering Education Team.
6. Presser M., Institute A., Höller J. *Inspiring of Internet of Things*. Ericsson, Raaskot, Denmark, 2011. 44 p.

Рецензент: доктор техн. наук, професор В. В. Онищенко, Державний університет телекомунікацій, Київ.

С. М. Исса, И. С. Щербина

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ АНОМАЛИЙ НА АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Исследовано использование машинного обучения и глубинного обучения на промышленном производстве. Освещена проблематика перехода к Industry 4.0 и внедрение Maintenance 4.0. Поскольку все больше промышленных производств переходит на технологии Industry 4.0 и Maintenance 4.0, очевидно, существует огромная потребность в прогнозируемом обслуживании огромных массивов данных с датчиков, устанавливаемых на промышленном оборудовании.

Машины учатся видеть изображения и классифицировать их, они могут распознавать текст и числа на этих изображениях, а также людей и места. Причем компьютеры не просто проявляют написанные слова, но и учитывают контекст их употребления, включая положительные и отрицательные оттенки эмоций.

Нужно технологическое решение, чтобы предприятия могли принимать и масштабировать прогнозный промышленный ИВТ на своих объектах. Для этого была разработана система Auto-MDL — нестандартное решение для промышленных предприятий, переходящих на Industry 4.0, используя аналогичный уровень ресурсов и возможностей при эксплуатации в старых условиях.

Ключевые слова: машинное обучение; глубинное обучение; искусственный интеллект; IoT; Интернет вещей; Industry 4.0; Maintenance 4.0.

S. M. Issa, I. S. Shcherbina

PREDICTING ANOMALIES IN AUTOMATED PRODUCTION BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE METHODS

This article is about exploring the use of Machine Learning and Deep Learning in industrial production. The issues of transition to Industry 4.0 and Maintenance 4.0 implementation are covered. As more industries move to Industry 4.0 and Maintenance 4.0, there is obviously a huge need for predicted maintenance of huge data sets from sensors installed on industrial equipment.

Machines learn to see and classify images, they can recognize the text and numbers in those images, as well as people and places. And computers do not just detect written words, but also take into account the context of their use, including the positive and negative shades of emotions.

A technology solution is required for businesses to adopt and scale predictive industrial IoT on their facilities. The Auto-MDL system was developed for this purpose — a non-standard solution for industrial enterprises moving to Industry 4.0, using a similar level of resources and capabilities when operating under old conditions

The scientific problems of this problem were determined and the current state of use of methods of solving the forecasting problem was investigated. The problems of using neural networks were investigated in more detail and clustering algorithms were investigated.

The article describes the use of machine learning methods in anomaly prediction tasks, Industry 4.0 and Maintenance 4.0. Machine and depth learning algorithms were investigated and the results of implementation of machine learning algorithms to detect anomalies in real industrial production were described.

The development of automated software architecture based on machine learning algorithms for predicted maintenance is described. An industrial real-world example using an automated manufacturing system was described.

Keywords: Machine Learning; Deep Learning; Artificial Intelligence; IoT; Internet of Things; Industry 4.0; Maintenance 4.0.