Научная статья
Original article
УДК 004

РАЗЛИЧНЫЕ ПОДХОДЫ К ПРИМЕНЕНИЮ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

VARIOUS APPROACHES TO THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF AUTOMATION OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Суромкин Алексей Сергеевич, Балтийский федеральный университет

Suromkin Alexey Sergeevich, Immanuel Kant Baltic Federal University

Аннотация : В статье рассмотрены различные подходы к применению цифровых технологий в процессе автоматизации деятельности промышленного предприятия. Было отмечено, что наиболее оптимальной будет разработка и внедрение структуры, которая объединяет локальных цифровых двойников и глобальных цифровых двойников, чтобы реализовать процесс автоматического перепланирования для киберфизических производственных процессов.

Abstract: The article discusses various approaches to the use of digital technologies in the process of automation of industrial enterprises. It was noted that the most optimal would be the development and implementation of a structure that combines local digital counterparts and global digital counterparts in order to implement the process of automatic rescheduling for cyber-physical production processes.

Ключевые слова: цифровые технологии, автоматизация, промышленное предприятие.
Keywords: digital technologies, automation, industrial enterprise.

Промышленные установки обычно демонстрируют неопределенность и сложность. Нелинейности, шум и неопределенность по-прежнему ограничивают эффективность и достоверность первопринципных и математических моделей, основанных на дифференциальных уравнениях. Для получения более надежных и точных моделей обычно используются альтернативные методы. Стратегии, основанные на машинном обучении, становятся основными методами разработки моделей в промышленных средах [2]. Действительно, это основная причина использования машинного обучения для создания локальных DT и CM. Аналогичным образом, автономное принятие решений в отрасли должно быть интуитивно понятным, удобным для пользователя и имитировать ноу-хау операторов и их социально-когнитивные навыки посредством вербализации. Таким образом, разработка интеллектуальной системы принятия решений будет осуществляться с использованием систем вывода на основе нечеткой логики[4].

Разработка и реализация распределенной структуры на основе DT и CM облегчают принятие решений на каждом уровне производственной системы с конечной целью повышения эффективности управления операциями. От отдельного оборудования до общего управления цехом моделируется поведение, и решения принимаются в соответствии с состоянием различных локальных активов и глобальной производительностью всего завода или цеха. Конечной целью, безусловно, является достижение более высокой эффективности и производительности на мировом заводском уровне [3].

В основе этой концепции лежит принятие новых решений для улучшения глобальной производительности за счет использования действий

по планированию через глобальное DT и одновременного использования локального мониторинга на основе условий для учета текущих рабочих условий физических активов через локальные DT. Фреймворк использует преимущества возможностей граничных вычислений в локальных DT. На каждой рабочей станции цеха расположен локальный узел, отвечающий за сбор, предварительную обработку и фильтрацию данных с поля для получения в реальном времени основных характеристик и условий активов. Использование граничных вычислений в локальных узлах может улучшить реакцию инфраструктуры в реальном времени, поскольку они находятся в постоянном взаимодействии с динамикой каждого из активов цеха [3].

Фактически, локальные узлы состоят из двух основных модулей: одного для локального DT и одного для алгоритма CM соответственно. DT на локальных рабочих станциях отражают и имитируют поведение рабочих станций и процесса, позволяя имитировать и прогнозировать текущее и будущее поведение актива. CM состоит из прогнозной модели, основанной на стратегии машинного обучения, для прогнозирования состояния компонентов, составляющих каждый из активов. Комбинируя оба модуля, можно определить будущее состояние компонентов или устройств системы, что расширяет возможности принятия глобальных решений для всей производственной системы [3].

В данной ситуации оптимальным будет применение технологии локального (местного) цифрового двойника DT. Разработка и реализация местного DT для представления локального процесса важны для гарантии хорошей работы предлагаемой структуры [1]. Модель, которая соответствующим образом отражает и имитирует физический аналог, важна для обнаружения отклонений в KPI локальной системы и, таким образом, явно способствует улучшению прогнозируемого процесса обслуживания и процедуры принятия решений. моделирование производственного процесса -

обычно сложная задача. Из-за нелинейностей или общих неопределенностей получить точное математическое представление непросто.

Методы моделирования на основе машинного обучения обычно являются альтернативными методами из-за их способности отображать некоторые нелинейности и фиксировать основные характеристики физических процессов.

Мониторинг состояния активов в производственной системе - очень важная задача. Например, неожиданный сбой в одном из элементов производственной системы может вызвать остановку или снижение производительности. Безусловно, система мониторинга (СМ) в рамках реализации технологии местного DT является мощным инструментом для прогнозного обслуживания, поскольку он позволяет более точно планировать производство и действия по техническому обслуживанию. Кроме того, СМ способствует минимизации риска неожиданных отказов, повышая надежность оборудования и безопасность операторов [1].

СМ состоит из двух основных этапов: обработка данных и прогнозная модель. На первом этапе выполняется извлечение признаков сигнала, полученного с датчиков. Этот этап позволяет определить основные характеристики измеряемых сигналов. Таким образом, шум фильтруется, получая более точную информацию для создания более точных прогнозных моделей. Кроме того, уменьшается объем входных данных, что снижает вычислительные затраты моделей на обучение и оценку.

Прогностическая модель - самый важный элемент СМ. Он оценивает текущее состояние объекта, анализируя сигналы, полученные от датчиков. Из-за основных характеристик промышленных сигналов предлагается использование стратегии машинного обучения для создания прогнозных моделей [4].

Следующим этапом выступает применение технологии глобального цифрового двойника (DT). Местные DT могут работать как автономные модели отдельных рабочих станций и взаимодействовать с СМ для

прогнозирования будущего состояния актива. Затем локальные DT подключаются к глобальному DT, то есть к DT всей производственной системы.

Глобальное DT опрашивает локальные DT для получения требуемых данных и информации. Очевидно, что роль глобального DT состоит в том, чтобы объединять и обрабатывать данные и информацию, поступающие от локальных DT, согласованным и эффективным способом, собирая только те данные и информацию, которые необходимы для принятия решений на этом уровне с требуемым частота дискретизации в соответствии со спецификациями. Глобальные DT не взаимодействуют напрямую с физическим миром, вместо этого оно взаимодействует с локальными DT, которые лежат на нижних уровнях, чтобы получить информацию о цехе. Стоит сказать, что этот тип DT также можно рассматривать как среднее представление, это может происходить в ситуациях, когда сложность производственных систем выше, например, в киберфизических системах.

Функциональность глобального процесса управления описывается следующим образом. Во-первых, он собирает данные и информацию из соответствующих переменных в DT нижнего уровня, чтобы дать исчерпывающее представление о поведении и производительности производственной системы. Местные DT собирают данные с датчиков поля. Кроме того, они могут комбинировать информацию, обрабатывая информацию, поступающую с мест, с использованием надлежащих алгоритмов или моделей, включенных в DT [3].

Большой объем данных, который может быть сгенерирован, например, в цехе, огромен. Таким образом, это потенциальное переполнение должно управляться структурой на основе DT путем предварительной обработки и обработки соответствующих данных на каждом уровне производственной системы. Соответственно, данные должны быть отфильтрованы, чтобы получить правильную информацию, объем, частоту выборки, уже обработанные и агрегированные данные и т. д. По этой причине:

– глобальное DT играет фундаментальную роль в обеспечении связи со всеми лежащими в основе локальными DT. Эта возможность позволит глобальному DT контролировать и управлять локальными DT, которые, в свою очередь, поддерживают активацию своих физических аналогов. Соответственно должна быть установлена рабочая конфигурация;

– глобальное DT также поддерживает отправку решений на нижний уровень структуры, например, остановка машины с отклоняющимся поведением (например, сбои, сбой и т. д.);

– глобальное ОУ взаимодействует с управлением производственной системой в цехе, следовательно, с MES или с HMI (человеко-машинным интерфейсом) для производственных операторов. Действительно, на этом этапе все решения и действия будут иметь наибольшее влияние на всю систему. Глобальное DT будет содержать вычислительные процедуры и интерфейс с инструментами, которые разрабатывают и осуществляют принятие решений, чтобы повысить производительность производственных систем, реплицированных в виртуальном мире. В этом смысле это работа, в которой отмечается, что глобальные решения будут влиять на всю систему, а не на отдельный блок, и могут быть отправлены одному или нескольким локальным DT. Эти типы решений считаются более важными, и они будут преобладать над локальными решениями, поскольку глобальный оптимум превосходит локальные [4].

Другой важный аспект, который характеризует глобальное DT, заключается в том, что пользователи, такие как операторы или операционные менеджеры, в основном взаимодействуют только на этом уровне архитектуры. Таким образом, входы и выходы этого уровня структуры должны быть подходящими для взаимодействия с людьми [1].

Таким образом, с точки зрения киберфизических производственных систем, цифровые двойники играют не только роль сопровождения физических производственных систем в режиме симуляции зеркального отражения, но также реализуют функцию разработки расширенной

аналитики данных для активного управления и выполнения динамического принятия решений. Кроме того, распределенная структура использует цифровых двойников и мониторинг состояния для интеллектуального принятия решений, позволяя использовать локальные данные для разработки необходимого мониторинга состояния киберфизических производственных процессов, что является ключевым аспектом для автоматического динамического планирования и дальнейших шагов к самореконфигурация. Соответственно, наиболее оптимальной будет разработка и внедрение структуры, которая объединяет локальных цифровых двойников и глобальных цифровых двойников, чтобы реализовать процесс автоматического перепланирования для киберфизических производственных процессов.

Список литературы

1. Лепеш Г.В. Совершенствование форм взаимодействия между предприятиями в контексте цифровой трансформации // ТТПС. 2020. №2 (52).
2. Царев М. В., Андреев Ю. С. Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования // Приборостроение. 2021. №7.
3. T. Jung, P. Shah, M. Dynamic co-simulation of internet-of-things-components using a multi-agent-system Procedia CIRP, 72 (2018), pp. 874-879
4. J. Long, Z. Zheng, X. Gao Dynamic scheduling in steelmaking-continuous casting production for continuous caster breakdown International Journal of Production Research, 55 (11) (2017), pp. 3197-3216

List of literature

1. Lepesh G.V. Improving forms of interaction between enterprises in the context of digital transformation // TTPS. 2020. №2 (52).
2. Tsarev M. V., Andreev Yu. S. Digital doubles in industry: history of development, classification, technologies, use scenarios // Instrument engineering. 2021. No.7.

3. T. Jung, P. Shah, M. Dynamic joint modeling of Internet of Things components using the multi-agent system Procedia CIRP, 72 (2018), pp. 874-879
4. J. Long, Z. Zheng, H. Gao Dynamic Planning in Steel Production - Continuous casting production for Continuous casting International Journal of Production Research, 55(11) (2017), pp. 3197-3216

© Суромкин А.С., 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №1/2022.

Для цитирования: Суромкин А.С. Различные подходы к применению цифровых технологий в процессе автоматизации деятельности промышленного предприятия// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №1/2022.