



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) B (11) 38140
(51) G06F 7/00 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2025/0483.1

(22) 25.05.2025

(45) 10.07.2026, бюл. №27

(72) Амирханов Бауыржан Сайдашевич; Кунелбаев Мурат Меркебекович; Тюлепбердинова Гульнур Алпыскызы; Амирханов Алихан Бауыржанұлы; Амирханова Гульшат Аманжоловна; Байжанова Дина Ондасыновна

(73) Амирханова Гульшат Аманжоловна

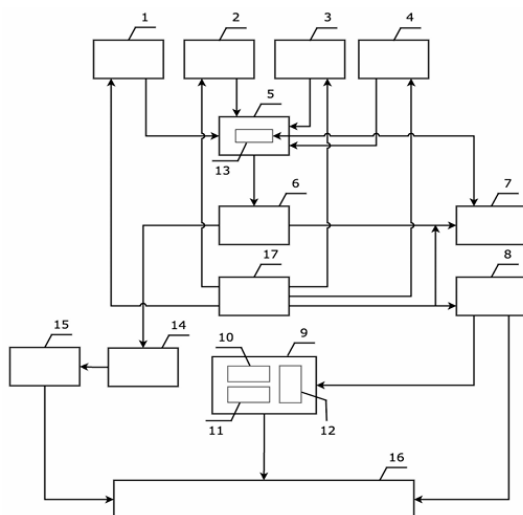
(56) US 12216460 B2, 04.02.2025

US 20240217105 A1, 04.07.2024

(54) СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВЫХ
ДВОЙНИКОВ

(57) Изобретение относится к области автоматизированных систем управления технологическими процессами с применением цифровых двойников. Система предназначена для мониторинга, анализа и дистанционного управления объектами в реальном времени. Технический

результат заключается в повышении надёжности, адаптивности и эффективности управления. Система включает датчики температуры, давления, вибрации и уровня жидкости, передающие данные на инженерную станцию по Wi-Fi. Программный модуль цифрового двойника синхронизирован с параметрами и использует FPGA для высокоскоростной фильтрации и анализа. Цифровой двойник выявляет отклонения, прогнозирует значения и формирует управляющие сигналы, которые направляются в аппаратно-программный комплекс, воздействующий на исполнительные устройства. Информация также поступает на терминальное устройство с дисплеем и сигнализацией. Возможна отладка алгоритмов и передача данных на внешние аналитические платформы через промышленную сеть. Система обеспечивает комплексное управление с визуализацией и обратной связью.



Фиг.1.

(19) KZ (13) B (11) 38140

Изобретение относится к области автоматизированных систем управления технологическими процессами, в частности к промышленным системам, в которых используются цифровые двойники для мониторинга, анализа и дистанционного управления объектами в режиме реального времени.

Описание изобретения

Изобретение относится к области автоматизированных систем управления технологическими процессами, в частности к промышленным системам, в которых используются цифровые двойники для мониторинга, анализа и дистанционного управления объектами в режиме реального времени.

Техническим результатом данного изобретения является повышение надёжности, адаптивности и эффективности автоматизации технологических процессов за счёт использования цифрового двойника, выполненного с возможностью обработки параметров в реальном времени, определения отклонений, формирования управляющих сигналов и обеспечения дистанционного управления технологическим оборудованием. Система получает данные от датчиков температуры, давления, вибрации, уровня жидкости, установленных на объекте автоматизации. Данные передаются в реальном времени на инженерную станцию по беспроводному каналу связи Wi-Fi. На инженерной станции размещён программный модуль цифрового двойника, синхронизированный с поступающими параметрами от датчиков. Обработка сигналов, поступающих от датчиков, частично реализована с использованием программируемой логической интегральной схемы (FPGA), которая выполняет высокоскоростную фильтрацию и предварительный анализ данных в реальном времени. Цифровой двойник обрабатывает параметры, определяет отклонения от заданных технологических диапазонов и вычисляет прогнозируемые значения с последующим формированием управляющих сигналов. На основе обработанных параметров цифровой двойник формирует управляющие сигналы, которые поступают в управляющий аппаратно-программный комплекс, содержащий блок FPGA, связанный с электроприводом воздействующими на объект управления. Параллельно вычисленные параметры, прогнозы и диагностические сообщения передаются на терминальное устройство, включающее дисплей, средство пользовательского ввода и модуль тревожной сигнализации, подающий визуальные и звуковые сигналы при достижении предельных значений. Инженерная станция дополнительно содержит интерфейс отладки, связанный с управляющим комплексом, позволяющий специалисту тестировать управляющие алгоритмы без воздействия на исполнительные устройства. Данные цифрового двойника при необходимости направляются через шлюз удалённого доступа на внешние аналитические платформы для дополнительной обработки, хранения и визуализации. Все компоненты взаимодействуют

через иерархически организованную промышленную сеть, обеспечивающую надёжную маршрутизацию данных и синхронизацию работы всех функциональных модулей системы.

Известен патент US20170286572A1, в котором описывается устройство, реализующее цифровой двойник физической системы, включающее датчики для считывания параметров, процессор для мониторинга состояния и оценки остаточного ресурса компонентов, а также коммуникационный порт для передачи результатов.

Недостатком данного изобретения является не реализованность архитектура взаимодействия компонентов в реальном времени; отсутствует масштабируемая модульная система; функция цифрового двойника ограничена мониторингом и оценкой ресурса.

Известен патент US20180210436A1, интегрированный цифровой двойник промышленного объекта, реализуемый с помощью компьютерной системы, использующей агрегирующий алгоритм, который объединяет статические и динамические модели для мониторинга и управления производственными процессами.

Недостатком данного изобретения является решение сосредоточено на программной агрегации моделей и не предусматривает конструктивной реализации инженерной станции и сенсорной системы, взаимодействующей с реальным объектом.

Известен патент US20220137585A1, платформа цифрового двойника, основанная на инженерных расчётах, предназначенная для анализа производственной системы, повышения её эффективности, снижения затрат и улучшения качества.

Недостатком данного изобретения является ориентировано на аналитическую платформу, не раскрывает физическую структуру системы, не содержит средств передачи управляющих воздействий и визуализации в замкнутом контуре управления.

Прототипом данного изобретения является патент США US12216460B2, в котором описана система автоматизации с использованием цифровых двойников, содержащая множество аппаратных компонентов, выполненных с возможностью осуществления визуализации, управления и мониторинга, соединённых между собой посредством средств промышленной связи

Недостатком является реализован как программная среда без физической инженерной станции; отсутствует обратная связь с реальными устройствами, терминальные визуализаторы и шлюз взаимодействия с внешними платформами.

Задачей изобретения является создание системы автоматизации посредством цифровых двойников, их доступность и наилучшее качество обслуживания, что позволяет повысить производительность, эффективность и точность работы способа.

Изобретение иллюстрируется чертежом на Фиг.1. Система выполнена в соответствии с изобретением.

Система автоматизации с использованием цифрового двойника состоит из датчиков температуры 1, давления 2, вибрации 3 и уровня жидкости 4, установленных на объекте автоматизации, инженерной станции 5, содержащей программный модуль цифрового двойника 6, управляющего аппаратно-программного комплекса 7, связанного с электроприводом 8, терминального устройства 9, включающего дисплей 10, средство пользовательского ввода 11 и модуль тревожной сигнализации 12, интерфейс отладки 13, шлюза удалённого доступа 14, обеспечивающего связь с внешней аналитической платформой 15, а также промышленной коммуникационной сети 16, используется программируемая логическая интегральная схема (FPGA) 17 объединяющей все компоненты системы.

Работа предлагаемого способа осуществляется следующим образом. Система получает данные от датчиков температуры 1, давления 2, вибрации 3, уровня жидкости 4, установленных на объекте автоматизации. Данные передаются в реальном времени на инженерную станцию 5 по беспроводному каналу связи Wi-Fi. На инженерной станции 5 размещён программный модуль цифрового двойника 6, синхронизированный с поступающими параметрами от датчиков 1–4. Обработка сигналов, поступающих от датчиков, частично реализована с использованием программируемой логической интегральной схемы (FPGA) 17, которая выполняет высокоскоростную фильтрацию и предварительный анализ данных в реальном времени. Цифровой двойник 6 обрабатывает параметры, определяет отклонения от заданных технологических диапазонов и вычисляет прогнозируемые значения с последующим формированием управляющих сигналов. На основе обработанных параметров цифровой двойник 6 формирует управляющие сигналы, которые поступают в управляющий аппаратно-программный комплекс 7, содержащий блок FPGA 17, связанный с электроприводом 8 воздействующими на объект управления. Параллельно вычисленные параметры, прогнозы и диагностические сообщения передаются на терминальное устройство 9, включающее дисплей 10, средство пользовательского ввода 11 и модуль тревожной сигнализации 12, подающий визуальные и звуковые сигналы при достижении предельных значений. Инженерная станция 5 дополнительно содержит интерфейс отладки 13, связанный с управляющим комплексом 7, позволяющий специалисту тестировать управляющие алгоритмы без воздействия на исполнительные устройства 8. Данные цифрового двойника 6 при необходимости направляются через шлюз удалённого доступа 14 на внешние аналитические платформы 15 для дополнительной обработки, хранения и визуализации. Все

компоненты взаимодействуют через иерархически организованную промышленную сеть 16, обеспечивающую надёжную маршрутизацию данных и синхронизацию работы всех функциональных модулей системы.

Преимуществом изобретения является обеспечение надёжного, адаптивного и эффективного управления технологическим процессом за счёт интеграции цифрового двойника, реализующего моделирование, диагностику и удалённое управление в режиме реального времени с визуализацией и обратной связью.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Система автоматизации с использованием цифровых двойников, содержащая множество аппаратных компонентов, выполненных с возможностью осуществления визуализации, управления и мониторинга, соединённых между собой посредством средств промышленной связи, **отличающаяся** тем, что включает инженерную станцию, содержащую цифровой двойник, синхронизированный с параметрами технологического процесса в реальном времени, программируемую логическую интегральную схему FPGA, предназначенную для обработки сигналов от сенсоров в реальном времени, терминальное устройство, включающее дисплей и средство пользовательского ввода, выполненное с возможностью отображения текущих и прогнозируемых параметров и подачи тревожных сигналов, шлюз удалённого доступа, обеспечивающий передачу данных цифрового двойника на внешние аналитические платформы, а также иерархически структурированную архитектуру, реализованную с использованием промышленных коммуникационных средств.

2. Система по п. 1, **отличающаяся** тем, что инженерная станция дополнительно содержит интерфейс отладки, связанный с управляющим комплексом и предназначенный для загрузки и тестирования управляющих программ без воздействия на исполнительные устройства.

3. Система по п. 1, **отличающаяся** тем, что дополнительно содержит шлюз удалённого доступа, соединённый с инженерной станцией и обеспечивающий передачу данных цифрового двойника на внешние аналитические платформы.

4. Система по п. 1, **отличающаяся** тем, что терминальное устройство выполнено с возможностью отображения прогнозируемых состояний технологического объекта и содержит модуль индикации предельных значений параметров и подачи визуальных и звуковых тревожных сигналов.