

Brownfield Innovationen: Leitfaden für die Entwicklung digitaler Zwillinge

Inhalt

[Einführung](#)

[Konzept des Digitalen Zwillings](#)

[Einrichtung](#)

[IoT & Konnektivitätsschicht](#)

[Datenintegration und Speicherschicht](#)

[Analyse- und Simulationsebene](#)

[Entscheidungsfindungs-Ebene](#)

[Management-Ebene](#)

[Zusammenfassung](#)

Von

Max Ivannikov, Leiter der IoT-Abteilung, Industrie 4.0-Experte, DataArt

Nikolay Khabarov, IoT Architekt, Senior IoT Ingenieur, DataArt

Ein **digitaler Zwilling** ist ein virtuelles Abbild eines realen physischen Systems oder Produkts (ein physischer Zwilling), das als ununterscheidbares digitales Gegenstück für praktische Zwecke wie [Systemsimulation](#), [Integration](#), [Tests](#), [Überwachung](#) und [Wartung](#) dient.

[Wikipedia](#)

Brownfield development ist ein Begriff, der in der Informationstechnologiebranche häufig verwendet wird, um Problembereiche zu beschreiben, die die Entwicklung und den Einsatz neuer [Softwaresysteme](#) in unmittelbarer Nähe bestehender (Alt-)Softwareanwendungen/-systeme erfordern. Dies bedeutet, dass jede neue [Softwarearchitektur](#) die bereits [vorhandene](#) Software berücksichtigen und mit ihr koexistieren muss.

[Wikipedia](#)

Einführung

Die Vorteile des Konzepts des Digitalen Zwillings sind ganz offensichtlich. Es ermöglicht eine intelligentere Entscheidungsfindung, bietet neue Möglichkeiten der Prozessoptimierung und macht die Fertigung überschaubarer.

Dieses Whitepaper soll nützliche, praktische Einblicke in die Entwicklung einer Digital Twin-Lösung geben, zusammen mit Best Practices, Dos und Don'ts und möglichen Zeitplänen.

Die Modernisierung von Industriebetrieben erfordert eine intensive Beschäftigung mit den Details der bestehenden Infrastruktur. Sie gilt in den meisten Fällen als komplizierter als der Greenfield-Ansatz. Nichtsdestotrotz sind Brownfield-Innovationen aus Gründen der Geschäftskontinuität und aus wirtschaftlichen Gründen in der Mehrzahl der Fälle.

Im Allgemeinen zielt dieses Dokument darauf ab, einen Kontext für die Bewertung der einzelnen Entwicklungsschritte des Digitalen Zwillings zu liefern.

Konzept des Digitalen Zwillings

Digitale Zwillingsmodelle können unterschiedlich und auf verschiedenen Abstraktionsebenen konzeptualisiert werden. In diesem Whitepaper möchten wir Ihnen die folgende Struktur des Digitalen Zwillings vorschlagen:

Der Schwerpunkt des Whitepapers umfasst:

- Eine typische Roadmap für ein Digital Twin-Projekt
- Schritt-für-Schritt-Anleitung für die Entwicklung eines Digitalen Zwillings
- Mögliche Risiken, Herausforderungen und Lösungen
- Eine Vielzahl von Optionen und Ansätzen für jeden Schritt
- Praktische Beispiele und Erkenntnisse über Digitale Zwillinge

VERWALTUNGSEBENE Hier werden die erforderlichen Änderungen an Objekten oder Prozessen vorgenommen. Sie umfasst auch ein Verwaltungskontrollfeld, eine Benutzeroberfläche und Dashboards zur Anzeige von Daten

ENTSCHEIDUNGSFINDUNGSSCHICHT Eine Reihe von Tools zur manuellen oder automatischen Ermittlung möglicher Szenarien.

ANALYSE- UND SIMULATIONSSCHICHT Eine auf Objekten oder Prozessen basierende virtuelle Darstellungsschicht, die es Ihnen ermöglicht, deren Verhalten mit allen relevanten Funktionen zu replizieren und anschließend zu analysieren.

DATANINTEGRATION UND SPEICHERSCHICHT Datenerfassung und Vorbereitung für die zukünftige Nutzung

IOT / KONNEKTIVITÄTSSCHICHT Die Schicht für die Datenerfassung und -übertragung

Einrichtung

Es gibt eine riesige Liste potenzieller Digital Twin-Anwendungen. Wir haben uns entschieden, sie einzugrenzen, indem wir ein Beispiel ausgewählt haben, das für verschiedene Lösungen und Branchen gilt.

Förderanlagen sind ein wichtiger Bestandteil fast jedes Industrieprojekts. Sie sind in Lagerhäusern, in der Fertigung und im Schwerlasttransport weit verbreitet und damit ein gutes Beispiel für eine Möglichkeit zur Maximierung der Effizienz. Gleichzeitig kann ein defektes Förderband zu einem Engpass für alle Abläufe werden, was zu durchaus messbaren Umsatzeinbußen führt.

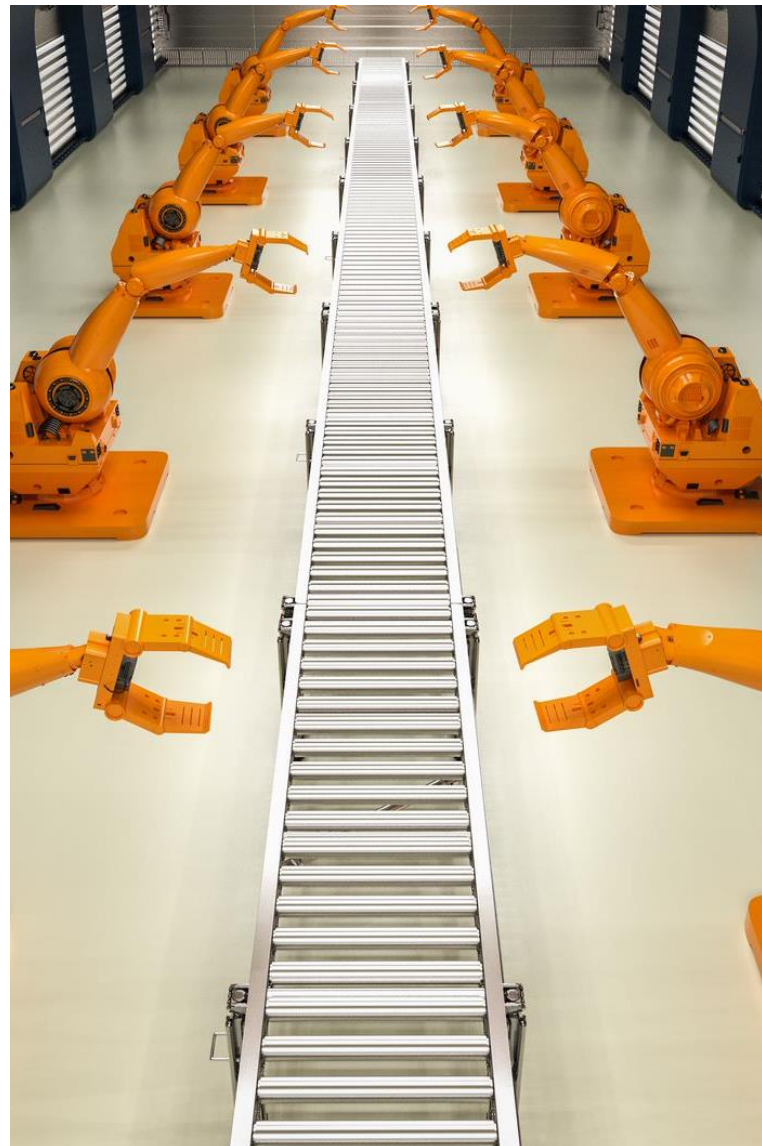
In diesem Whitepaper beschreiben wir ein System zur vorausschauenden Wartung von Förderanlagen als Beispiel für die Entwicklung von Digital Twin. Unser Ziel ist es, den Modernisierungsprozess der vorhandenen Ausrüstung zu zeigen und KI-basierte Überwachungs-, Simulations- und Analysetechnologien einzuführen.

Die Cloud-basierte Lösung wird Leistungsdaten in Echtzeit liefern, Alarmer auslösen, historische Daten bereitstellen und Wartungsvorschläge und Vorhersagen machen.

Unser Beispiel ist ein vollautomatisches Förderband mit verschiedenen Aktivierungs- und Sensorvorrichtungen auf dem gesamten Band. Wenn alle Teile des Förderbandes einwandfrei

funktionieren, gibt es keine Probleme mit der Anlage. Wenn an einem Segment etwas passiert (z.B. wenn ein Motor ausfällt), verursacht dies zusätzliche Kosten und beeinträchtigt den gesamten Prozess. Infolgedessen kann ein lokales Problem in der Anlage zu Verzögerungen in der gesamten Lieferkette führen.

Auch wenn die Förderbänder routinemäßig gewartet werden, können einige mechanische Teile gelegentlich ausfallen. Unser Ziel ist es, eine Digital Twin-Lösung zu entwickeln, um die Leistung der Anlagen in Echtzeit zu verfolgen und die Wartung entsprechend dem aktuellen Zustand vorherzusagen.



IoT & Konnektivitätsschicht

Die Einrichtung eines IoT-Netzwerks erfordert die Bewertung verschiedener Dinge. Hier ist eine Liste mit einigen von ihnen:

- Protokolle
- Skalierbarkeit
- Empfohlener Datenverkehr & Nachrichtengröße
- Methoden der Internetverbindung
- Sicherheit
- Integration von Geräten
- Geräte-Zertifizierungen

Brownfield-Innovationen in der Fertigung erfordern eine erste Untersuchung der Ausrüstung. Dabei geht es in erster Linie darum, herauszufinden, ob die Geräte ihren Zustand überwachen und Daten austauschen können oder ob sie modernisiert werden müssen, indem neue Sensoren oder Geräte installiert werden, um sie zu integrieren. Wenn letzteres der Fall ist, fügen wir der Entwicklung dieser Schicht zusätzliche Schritte zur Integration von Sensoren (oder Geräten) hinzu.

Jedes Fertigungs- oder Industrieprojekt hat seine eigenen Einschränkungen und Vorlieben. Lassen Sie uns die wichtigsten Punkte für unser Beispiel betrachten.

Unsere Förderbänder sind ein zirkulierendes System unserer Anlage. Eine Unterbrechung bedeutet, dass alle Abläufe verzögert werden. Stellen Sie sich vor, das IoT-Netzwerk wäre kompromittiert und würde gefälschte Daten senden

Die Sicherheit kann in diesem Szenario nicht hoch genug eingeschätzt werden, also müssen wir sie berücksichtigen.

Der nächste Schritt besteht darin, zu verstehen, **welche abbaubaren Teile wir überwachen müssen**, wie wir dort Sensoren installieren und welche Daten wir benötigen. Sobald wir die Anzahl der Sensoren kennen, können wir die Gerätedichte, mögliche Protokolle und Gerätetypen klären.

Die Gerätezertifizierung ist ein wichtiges Merkmal, wenn es irgendwelche Compliance-Vorschriften gibt. In der Regel wirkt sie sich auf den Gesamtpreis der in Ihren Geräten installierten Sensoren aus.

Die Skalierbarkeit des IoT-Netzwerks sollte in Betracht gezogen werden, wenn später neue Geräte oder neue Einrichtungen hinzukommen.

Jetzt, da wir unsere Prioritäten besser verstehen, ist es an der Zeit, unsere Datenrecherche fortzusetzen. Auf der Grundlage der technischen Dokumentation der Förderanlagen für Motoren, Getriebe und Förderwellenlager können wir beginnen, Vorschläge zu machen. Die offensichtlichsten sind Vibrationen und Überhitzung. Wenn etwas nicht in Ordnung ist, beginnen die mechanischen Komponenten zu vibrieren und sich zu erhitzen. Das ist der erste Hinweis auf eine Fehlfunktion. Können wir also irgendwie erkennen, wann solche Prozesse beginnen und nicht erst, wenn die Werte bereits außerhalb eines vernünftigen Bereichs liegen?

Ungefährer Zeitrahmen: 1-3 Monate

Aktivitäten:

Sammlung von Anforderungen

Bewertung der Prioritäten

Untersuchung der technischen Dokumentation

Installation von Sensoren und Geräten

Einrichtung des IoT-Netzwerks

Datenintegration und Speicherschicht

Diese Entwicklungsphase besteht in der Regel aus den folgenden Aktivitäten:

- Datenerfassung und -speicherung
- Datenaufbereitung (Bereinigung, Aggregation usw.)

Die oben aufgeführten Aktivitäten geben die Hauptrichtungen vor, obwohl das Gesamtbild je nach Fall komplexer aussehen kann. In den meisten Fällen sollte

unser System jedoch in der Lage sein, Daten zu streamen und zu sammeln, historische Daten zu speichern und ihre Verwendung für Analysen zu ermöglichen.

Außerdem ist es ein guter Zeitpunkt, um zu verstehen, welche zusätzlichen Daten in Zukunft benötigt werden. Die Datenanreicherung kann Wetterbedingungen, geografische Lage, Stromverbrauch, Inspektionsergebnisse und -berichte, Wartungsprotokolle und sogar demografische Statistiken umfassen.

Es ist wichtig, **die Datenschicht entsprechend den Geschäftszielen der Lösung zu gestalten**. Nehmen wir an, das Ziel unseres Digitalen Zwillings ist es, die Leistung der Geräte vorherzusagen und die Wartung mit einer bestimmten Reaktionszeit zu planen. In diesem Fall benötigt die Lösung einen Technologie-Stack für das Streaming von Daten nahezu in Echtzeit und wahrscheinlich auch etwas Edge Computing.

Was können wir also für unseren Digitalen Zwilling der Förderanlagen verwenden? Hier sind einige Ideen, die den AWS-Stack nutzen:

- Bauen Sie einen Data Lake auf, um alle historischen Daten zu sammeln, die für Analysen und Data Science zur Verfügung stehen. Mit Amazon S3, AWS Glue und Amazon Athena können Sie Ihren Data Lake schnell und kostengünstig pilotieren. Er könnte mit Amazon Kinesis oder Amazon MSK erweitert werden, um Anwendungsfälle in nahezu Echtzeit zu unterstützen.
- Bauen Sie ein Data Warehouse auf, um BI- und analytische Anwendungsfälle zu erfüllen. Mit Amazon Redshift, AWS Glue und Amazon QuickSight ist es möglich, ein DWH mit einer Datenintegrationsschicht und BI zu pilotieren.
- Amazon RDS für PostgreSQL. Vielleicht liegt es irgendwo in der Mitte zwischen Leistung, Preis und Einfachheit.

Es gibt viele andere Optionen. AWS ist eine der beliebtesten Plattformen, aber auch andere haben ihre Äquivalente für diese Dienste. Die Idee ist, zu zeigen, wie Architekturentscheidungen getroffen werden können.

Unser Conveyor Digital Twin muss nicht ultraschnell sein, so dass Sie nicht extra dafür bezahlen müssen. Aber er sollte auch nicht zu langsam oder zu kompliziert sein. Lassen Sie uns also den Sweet Spot wählen: PostgreSQL.

Ungefährer Zeitrahmen: 1-3 Monate

Aktivitäten:

Bewertung der Optionen für die Datenerfassung

Langfristige Datenspeicherung

Entwicklungsaktivitäten

Analyse- und Simulationsschicht

Es kann schwierig sein, die Entwicklung dieser Schicht zu formalisieren, da sie von den Eigenschaften des Systems abhängt, das wir aufzubauen versuchen. Aber genau aus diesem Grund haben wir unser theoretisches Förderer-Beispiel eingeführt. Es soll uns dabei helfen, die erforderlichen Aktivitäten zu veranschaulichen, die durchgeführt werden müssen.

Es ist auch wichtig, die Daten zu verstehen, die wir sammeln und wie sie unsere Geräte beeinflussen.

Normalerweise führt ein Data Science-Team eine Machbarkeitsstudie durch, um zu analysieren, wie sich die Daten auf das System auswirken und was sie bedeuten.

In unserem Beispiel mit den Förderanlagen haben wir Informationen über bestehende Förderanlagen und mögliche Varianten dieser Maschinen gesammelt. In der Regel enthalten die technischen Spezifikationen nur selten den Grad der möglichen Vibrationsbeschleunigung, obwohl Informationen über die empfohlenen Temperaturbereiche durchaus üblich sind. Nehmen wir an, dass mehrere Sensoren an dem eigentlichen Förderband installiert wurden, um Testdaten zu sammeln. Für dieses Beispiel haben wir beschlossen, die Daten in einer einfachen PoC-Datenbank (z.B. AWS RDS für PostgreSQL) zu speichern, um die Möglichkeit der Datenerfassung und -speicherung zu validieren. Und natürlich ist es unser Ziel, **Fehlfunktionen in unserer Datenprobe zu erfassen**.

Normalerweise sind Motoren stabil, so dass es einige Zeit dauern kann, genügend Ausfälle zu erfassen. Und das Ingenieursteam führt visuelle Inspektionen durch, um alle Anomalien zu bestätigen, während die Data Science-Experten alle Daten untersuchen.

Ist es möglich, diese Daten schneller zu sammeln? Und warum nicht? Lassen Sie uns diese fehlerhaften Zustände selbst erzeugen. Wir können eine Testumgebung schaffen. Um die Motoren zu testen, können wir einen Drehstrommotor

Mehr erfahren: <https://www.dataart.com/de/industries/industry-4-0>

mit einem VFD (Variable Frequency Driver) im Labor installieren, um Daten von ihm zu sammeln. Wir simulieren Fehlfunktionen, indem wir künstliche Unwuchten an der Welle anbringen und Probandaten sammeln.

In diesem Stadium gibt es Datensätze für das erwartete Verhalten, künstliche Fehlfunktionen aus unserem Testlabor und tatsächliche Ausfälle aus unserer Geräteüberwachung. Das sollte unsere Ausfallvorhersagen genauer machen.

Das Temperaturregime aus den Spezifikationen und die abnormalen Vibrationen aus unseren Tests ermöglichen es uns, einen schwellenwertbasierten Alarm einzurichten. Selbst ein solch einfacher Ansatz ermöglicht die frühzeitige Erkennung von abnormalem Verhalten mechanischer Teile in den ersten Phasen. Diese Fehlfunktionen können von einem Wartungsteam behoben werden und wir können mit einer kontinuierlichen Datenerfassung für neue Ausfälle rechnen.

Ungefährer Zeitrahmen: 1-3 Monate

Aktivitäten:

Datenwissenschaftliche Machbarkeitsstudie

Erstellung einer Testumgebung

Simulationen

Einrichtung von Alarmen

Implementierung von Prototypen

Entscheidungsfindungs- Schicht

Im vorigen Abschnitt haben wir bereits ein einfaches Überwachungstool vorgestellt, das die Datenschwellenwerte der Geräte nutzt, um Abweichungen zu erkennen. In den meisten Fällen funktioniert es erstaunlich gut, aber das Ziel des Digitalen Zwillings ist es, einige Schritte weiter zu gehen.

Ausgehend von unseren Erfahrungen sollte der Ansatz des maschinellen Lernens in der Lage sein, präzisere Ergebnisse zu liefern. Lassen Sie uns den LSTM-Algorithmus (Long Short-Term Memory) verwenden. Wenn wir ein neuronales Netzwerk mit den gesammelten Sensordaten füttern, sollten wir in der Lage sein, das zukünftige Verhalten der einzelnen mechanischen Teile vorherzusagen. Ein Alarm wird ausgelöst, wenn die tatsächlichen Daten von den vorhergesagten Werten des LSTM abweichen.

Wir füttern also das LSTM mit historischen Daten bis zum aktuellen Zeitpunkt, sagen den aktuellen Wert voraus und vergleichen ihn mit dem tatsächlichen Wert. Normalerweise funktioniert dieser Ansatz gut, wenn wir direkt mit Motoren interagieren. Aber es gibt immer Ausnahmen.

In einem unserer Projekte wurden die Förderbandmotoren mit dem VFD durch PLCs (Programmable Logic Controllers) gesteuert, die sich in den Schaltkästen der Förderbänder befanden. Diese Motoren werden in einem zufälligen Zeitraum auf der Grundlage der Sensoren des Förderers und eines SPS-Programms aktiviert. Obwohl wir Zugang zu den SPSen hatten und die Zustände des Motors direkt von der SPS ablesen konnten, war es unmöglich, einen geeigneten Algorithmus zu entwickeln, um das Verhalten des Motors während der Ein-Aus-Zyklen vorherzusagen. Wir haben mehrere andere universelle Algorithmen und bestehende Modelle ausprobiert. Aber keiner von ihnen war erfolgreich. Die Rate der Fehlalarme und verpassten Erkennungen war zu hoch.

Das Projekt erfordert in diesen Fällen einen fortschrittlicheren Ansatz, und die Entwicklung eines digitalen Zwillings löst diese Probleme. **Die universellen Modelle sind darauf trainiert, Prozesse als Blackboxen darzustellen, ohne ein detailliertes Verständnis der Vorgänge im Inneren zu haben. Aber die Digitalen Zwillinge benötigen kein Training. Sie basieren auf physikalischen Modellen. Daher vergleichen wir die**

vorhergesagten Daten mit dem physikalischen Modell, nicht mit der Blackbox.

Sobald also das simulierte physikalische Modell entwickelt ist, werden sein Verhalten und seine Messungen mit den tatsächlichen Daten des Geräts verglichen. Die folgenden Merkmale sind normalerweise in den Spezifikationen enthalten:

- Die gelieferte Energiemenge
- Der Wirkungsgrad der Motoren
- Die Last der Motoren
- Die Wärmekapazität der Materialien
- Das physikalische Gewicht der Komponenten

Mit Hilfe dieser Daten und der Physik können wir vorhersagen, wie die Motoren Wärme erzeugen und ihre Temperatur verändern.

Das Modell des digitalen Zwillings korreliert besser mit den realen Daten der Geräte als andere Modelle. Und seine Vorteile ermöglichen präzisere Ergebnisse durch einen ML-Ansatz.

Die Ergebnisse der Phase ermöglichen die Simulation des Geräteverhaltens, die Vorhersage des zukünftigen Zustands, die frühere Erkennung von Abweichungen und die Entscheidungsfindung in Bezug auf die Leistung des Geräts.

Ungefäher Zeitrahmen: : 3-9 Monate

Aktivitäten:

Entwicklung eines digitalen Zwillingmodells

Iteratives Training von ML-Algorithmen

Allgemeine Abstimmung des Systems

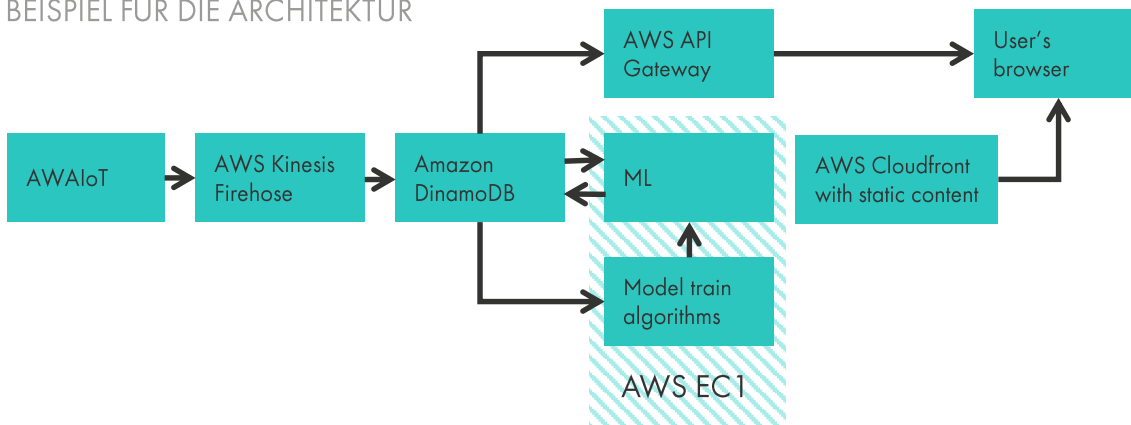
Analyse der Ergebnisse

Management-Schicht

Das Ziel dieser Stufe ist es, Mittel zur Prozesstransparenz, -kontrolle und -automatisierung (falls erforderlich) bereitzustellen. Typischerweise sollte das System in der Lage sein, die historischen Daten zu visualisieren, alle erforderlichen Berichte und Vorhersagen zu erstellen, Echtzeit-Feeds anzuzeigen und die Geräte entsprechend der getroffenen Entscheidungen zu verwalten.

Wir werden eine **serverlose Cloud-Architektur** verwenden, um die Implementierung unserer Digital Twin-Lösung abzuschließen. Sie ermöglicht es uns, unsere gesamte Logik parallel laufen zu lassen, löst automatisch die Herausforderungen der Skalierbarkeit und spart generell Entwicklungszeit und -aufwand. Wir sollten in der Lage sein, mindestens mehrere Anlagen mit Dutzenden von Förderbändern und Tausenden von Sensoren problemlos zu verbinden. Und unsere Algorithmen werden Fehlfunktionen in jeder dieser Anlagen erkennen. **Die Skalierbarkeit der Cloud**

BEISPIEL FÜR DIE ARCHITEKTUR



Wir verfügen bereits über eine Konnektivitätsschicht, die alle Verwaltungssignale an die Geräte sendet. Und unsere Simulationsschicht liefert Erkenntnisse über die Leistung der Geräte und den daraus resultierenden Entscheidungsprozess. Sobald die Verwaltungsschicht vollständig entwickelt ist, wird sie Alarmer senden, detaillierte Leistungsdaten über unser digitales Zwillingssystem anzeigen und den gesamten Prozess automatisch oder durch Senden von Informationen an das Wartungsteam steuern.

macht es möglich, diesen Algorithmus für jeden Sensor auszuführen und eine Web-UI, ein Alarmsystem, eine Benutzerverwaltung und einige Servicekomponenten zu hosten.

Beliebte Cloud-Anbieter haben bereits ihre Digital Twin-Frameworks eingeführt, die etwas Zeit bei der Entwicklung sparen und bei Architekturentscheidungen helfen können.

Es kann einige Einschränkungen geben, wenn Sie die Nutzung der Cloud-Infrastruktur nicht zulassen. Beispielsweise verbrauchen Systeme mit hoher Auslastung viele Cloud-Ressourcen, was sich auf die Abrechnung, einige Sicherheitsrisiken, eine Anbietersperre, die Entscheidungszeit oder die Präferenzen bei der Integration der bestehenden Infrastruktur auswirkt. Es bedarf einer gründlichen Analyse, um die richtige Option zu wählen. Wenn also der Fahrplan für die Cloud-Befähigung nicht zu Ihrem Unternehmen passt, gibt es immer noch andere Möglichkeiten, die Ergebnisse zu erreichen.

Ungefährer Zeitrahmen: : 3-6 Monate

Aktivitäten:

Entwicklung von Dashboards

Visualisierung

Integration der Anlage

Entwicklung eines digitalen Zwillingsskontrollsystems

Bereitstellung der Lösung

Zusammenfassung

Innovationen auf der grünen Wiese sind mit vielen Herausforderungen verbunden, aber mit dem richtigen Ansatz lässt sich dieser Prozess bewältigen. Der digitale Zwilling der Förderanlage prognostiziert die Verschlechterung von Komponenten und bietet ein Mittel zur automatischen Wiederherstellung im Notfall. Dieses Beispiel veranschaulicht die Implementierungsschritte, die verschiedene Aspekte möglicher Anforderungen berücksichtigen und die Entwicklungsoptionen und ihre Auswirkungen auf die Ergebnisse bewerten.

Moderne IoT-Technologien bieten trotz ihres ursprünglichen Designs die Möglichkeit zur Konnektivität. Dadurch eröffnen sie agile und kostengünstige Optionen für die Modernisierung von Geräten und andere Digitalisierungsentscheidungen.

Digital Twin-Lösungen hängen von den Eigenschaften der Systeme ab, die sie kopieren. Und die Erfahrung zeigt, dass es schwierig sein kann, einige Objekte oder Prozesse zu simulieren. Die meisten Unternehmen ziehen es vor, sich an die Fail-Fast-Strategie zu halten, anstatt erhebliche Ressourcen darauf zu verwenden, nur einen Ansatz voranzutreiben. Im Allgemeinen ermöglicht dieser Rahmen, die Entwicklungszyklen zu beschleunigen und das Endziel im Auge zu behalten.

Digital Twin-Lösungen haben von der Einführung von KI/ML-Technologien profitiert. Die Entwicklung von KI-/ML-Modellen ist ein iterativer Prozess, so dass die beliebtesten Optionen manchmal nicht zu den Spezifikationen der Ausrüstung oder anderen Einschränkungen passen. In diesem Fall ermöglicht die Fail-Fast-Strategie den Anbietern, verschiedene Szenarien in Betracht zu ziehen.

Das vorgeschlagene 5-Schichten-Modell unterteilt das Modell des digitalen Zwillings in funktionale Teile, was das Verständnis und die Entwicklung des Systems erleichtert. Jede Entwicklungsschicht umfasst eine Reihe von Aktivitäten, die als allgemeine Richtlinien betrachtet werden können.

Die meisten Cloud-Anbieter betrachten Industrie 4.0-Technologien als entscheidend für ihr Angebot und bieten vorgefertigte Frameworks und Services für die Entwicklung von Digital Twins, vorausschauender Wartung, Lieferketten und anderen Lösungen.

Der Zeitplan für die Entwicklung hängt stark vom Umfang Ihres Projekts ab. Wie bereits erwähnt, besteht die hier beschriebene Digital Twin-Lösung aus 5 Schichten. Normalerweise können einige Teile der Entwicklung parallel durchgeführt werden, was eine erhebliche Zeitersparnis bedeutet. Die ersten Ergebnisse können Sie nach 5-7

Monaten sehen. Die hier angegebenen Zeitpläne bieten grobe Schätzungen für jede Phase.

Das Konzept des Digitalen Zwillings ist nicht neu, aber moderne Technologien machen es relativ einfach, diese Art von Lösung zu implementieren. Infolgedessen können Digitale Zwillinge detaillierte Dateneinblicke in Probleme liefern, die Unternehmen betreffen.

Der Wert unseres Beispiels eines Digitalen Zwillings hängt mit dem Umfang der Förderbandnutzung zusammen. Für ein kleines Lager mag er unbedeutend erscheinen, aber für große Einrichtungen wird er unersetzlich und spart Ressourcen, Zeit und Geld.

Dieses Whitepaper konzentriert sich auf die Entwicklung des Digitalen Zwillings in Fertigungs- oder Industrieprojekten. DataArt ist erfahren in der Beratung und Implementierung von Digitalen Zwillingen in einer Vielzahl von Bereichen und Geschäftsfeldern.

DataArt ist ein globales Software-Engineering-Unternehmen, das bei der Lösung von Problemen einen einzigartigen, pro-menschlichen Ansatz verfolgt. Mit mehr als 25 Jahren Erfahrung, Teams von hochqualifizierten Ingenieuren auf der ganzen Welt und fundierten Branchenkenntnissen liefern wir hochwertige Lösungen, auf die sich unsere Kunden verlassen können, und lebenslange Partnerschaften, an die sie glauben. DataArt beschäftigt heute mehr als 6.000 Mitarbeiter an 20+ Standorten in den USA, Europa, dem Nahen Osten und Lateinamerika. Zu unseren Kunden gehören Metro Markets, Decathlon, Intersport, CAE Simulation Solutions, Ocado, Unilever und andere.

Unsere Industry 4.0 Lösungen: <https://www.dataart.com/de/industries/industry-4-0>

Autoren



Max Ivannikov

Max Ivannikov kam 2013 zu DataArt, wo seine Leidenschaft für Innovationen und neue Technologien ihn zu einer auf das Internet der Dinge (IoT) fokussierten Expertise im Unternehmen führte. Jetzt ist er an der Umsetzung von Projekten in den Bereichen Industrie 4.0, Automotive, Smart City und anderen digitalen Transformationen beteiligt.

Bevor er zu DataArt kam, hat Max viele Rollen und Positionen gewechselt. Dank seiner umfangreichen Erfahrung kann er sich darauf konzentrieren, kreative und innovative Ansätze zu kombinieren, um neue Herausforderungen mit den besten Ergebnissen zu lösen.



Nikolay Khabarov

Nikolay Khabarov arbeitet seit über 14 Jahren in der IT-Branche als leitender Softwareentwickler, als Ingenieur für eingebettete Software und als Architekt. Er hat einen Fachabschluss in Funktechnik.

Nikolay hat viele IoT-Projekte für zahlreiche Hardware-Geräte entwickelt, von winzigen Mikrocontrollern bis hin zu modernen ARM-CPUs und der dazugehörigen Software für Cloud-Backends, maschinelles Lernen, Endbenutzeranwendungen und Android-Anwendungen. Besonders gerne arbeitet er mit Edge-Technologien, an RnD-Projekten und erfindet neue Ansätze.

Er begeistert sich für die Ideen von Open Source Software, hält gerne öffentliche Vorträge und teilt seine eigenen Projekte und Erfahrungen gerne mit der Community. In seiner Freizeit entwickelt Nikolay gerne seine eigenen Mini-DIY-Projekte im Zusammenhang mit Automobilen und computergesteuerten Maschinen.