

デジタルツインの検証のための ミニチュア生産ラインの開発と活用

Development and use of miniature production lines for digital twin verification

製造業のデジタル化の促進と成長を目指して

近年、世界の製造業主要先進国では、現実空間の工場を双子のようにサイバー空間上にも再現し、遠隔監視やシミュレーションを可能とする環境、いわゆるデジタルツインの環境を構築する工場が増えてきている。そこでデジタルツインの環境を効率的に構築する装置を開発した。



執筆者

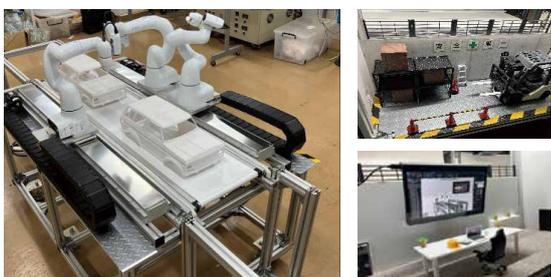
先端技術応用研究所
プロジェクト推進グループ
遠藤 紀之・森田 健太郎
先端技術ソリューショングループ
藪崎 良介・藤本 貴之
情報技術グループ
志水 洋

1 課題と背景

現在、先端技術応用研究所では、日本のものづくりの底上げを目指して、最新のデジタルコンテンツを揃えたプラットフォームサービスの立ち上げに取り組んでいる。そのサービスの一つに、お客さまの工場に入り、生産ラインのデジタルツインの構築に向けた検証作業がある。しかし稼働している工場では、立ち入りのためのスケジュール調整や安全の確保などが難しく、検証が充分に行えないことが課題であった。そこで、デジタルツインの検証を工場に入らなくても行える検証用装置を開発した。この装置は実際の生産ラインの1/10スケールに再現した作りとなっていることから、ミニチュア生産ラインと呼んでいる。

2 開発品の仕様

前述の課題を解決するために、ミニチュア生産ラインは、より本物の生産ラインに近い形の仕様としている。搬送設備の基本動作である、送る、止める、上げる、下げるといった動きを再現し、そこに6軸の産業用ロボットを加えた構成としている。第1図のように、上段と下段にはコンベアを構え、その両端をリフターで繋ぐことで対象物を循環させており、上段側のコンベアでは、スライダに乗せたロボットがコンベアと並走しながら対象物にアプローチをしている。また、ここで述べる対象物とは1/10スケールに再現した自動車の車体である。さらに装置下部には、工場の倉庫と監視室を再現したジオラマを作り、検証用装置以外に展示物としての一面も持たせている。



第1図 ミニチュア生産ラインの構成とジオラマ

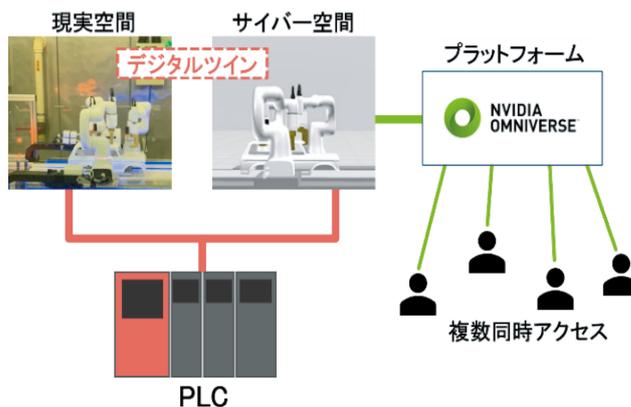
3 開発品の特徴

実際の工場の生産ラインでは、設備ごとに様々な種類のFA機器（Factory Automation：生産工程の自動化を図る機器）が実装されており、複雑な通信環境となっている。そこでミニチュア生産ラインでも、様々なメーカーのFA機器やロボットを付け替えて、精度の高い検証が行える設計としている。（第2図参照）



第2図 多くのFA機器を実装したミニチュア生産ライン

次にデジタルツインの通信構成について、第3図のように、PLCを起点に現実空間とサイバー空間に並列信号を送ってデジタルツインを成立させている。さらにサイバー空間においては、NVIDIA社が提供するプラットフォーム「Omniverse」を介して複数の拠点から同時にアクセスして、遠隔監視や設備レイアウトの変更が行える環境も準備している。

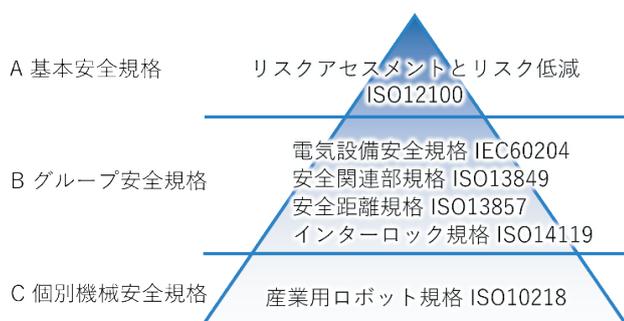


第3図 デジタルツインの通信構成

4 開発品の安全性

このミニチュア生産ラインは、機能面だけではなく、安全面においても十分に配慮した設計をしている。

第4図のように、機械安全のガイドラインISO/IECガイド51に基づき、機械安全の国際規格ISO12100の基本安全規格に準拠して、設計段階からリスクアセスメントを行い、その結果をもとに1.本質的安全設計、2.安全防護および追加保護、3.使用上の情報、以上の順序を踏んで保護方策を講じている。さらに個別の具体的な方策として、電気的な危険源に対してはIEC60204、制御システムの安全関連部に対してはISO13849、安全距離の確保に対してはISO13857、インターロックに対してはISO14119、産業用ロボットに対してはISO10218など他にも様々な安全の国際規格にも準拠させた設計としている。



第4図 機械安全に関する国際規格の体系図の一部

5 開発品の効果と実績

ミニチュア生産ラインの効果は、これから実績を積んで評価をしていく予定ではあるが、現時点でもある程度の試算はできる。

これまでデジタルツインの環境構築のために約3か月にわたり、お客さまの工場に足を運んで検証を行ってきたが、その期間のうちの大半が、工場に入るためのスケジュールの調整であり、実際に検証が行えたのは数回程度であった。それに対して、このミニチュア生産ラインでは、第5図のように、社内で集中的に検証が行えるため、その期間は2週間程度と大幅に削減できる見込みである。



第5図 デジタルツインの検証の様子

その他の実績として、二か所の拠点で同日に開催された展示会、「Factory Innovation Week 2024 NAGOYA」(第6図参照)と、「中部電力テクノフェア2024」に同時に出展した。一方の拠点に現物のミニチュア生産ラインを置き、もう一方の拠点に、サイバー空間で再現したミニチュア生産ラインを置いた。二つの拠点の間でデータを相互に発信させて遠隔監視や遠隔操作を行う様子を展示した。当日は多くのお客さまからの反響をいただき、その後株式会社NTTPCコミュニケーションズ様が主催する「NTTPC Forum 2025」への出展依頼を受け、更に広く活用することとなった。



第6図 展示会へ出展の様子

6 今後の展望と拡張性

既に一定の効果を挙げているミニチュア生産ラインではあるが、今後は無人搬送車AGV(Automatic Guided Vehicle)や自立走行搬送ロボットAMR(Autonomous Mobile Robot)なども連動させて検証の高度化を図ってきたい。

また、この装置を開発したことで、別の活用方法も分かってきた。それは、当社研究所で開発される様々な技術の実証実験に、このミニチュア生産ラインを活用することである。

当社は製造業の生産ラインを持っていないため、産業向けに開発した新しい技術の能力を確かめるための場所がなく、これまでお客さまの工場をお借りして、限られた時間で実証実験を行ってきた。それをこのミニチュア生産ラインに実装させることで、社内で自由に実証実験が行えるようになり、研究の高度化と検証期間の短縮に期待が持てる。

このように様々な用途と可能性を持つミニチュア生産ラインに、今後も更なる機能の拡張をさせていく。