

生産ラインの3Dレイアウト設計に適用可能な点群データの自動分類技術

Technology to Automatically Classify Point Cloud Data Applicable to 3D Layout Design of Production Lines

点群データから3Dレイアウトモデルを短期間に作成し事前に運用成立性を検証して生産ライン構築の後戻りを抑制

生産ライン構築では、事前に運用時の状態を十分に検討できないために、量産開始後に生産ライン構成の見直しやレイアウト改善などの後戻りが発生するケースがあります。後戻りの抑制には、生産ラインを3D(3次元)モデル化し、事前に仮想空間で人・モノの動線解析とライン運用の成立性検証を行うことが有効です。

東芝は、3Dモデルを短期間で作成するために、3Dレーザースキャナーで計測した建屋や設備の点群データを、深層学習を用いて建屋と設備に自動分類する技術を開発しました。この技術により、生産ラインの3Dレイアウトモデル作成期間を約90%短縮でき、ライン運用の十分な事前検討が可能になりました。

背景

生産ラインの構築には、新たに建屋を建設して製造インフラや設備を導入するケースと、既存の建屋を活用するケースがあります。前者は、建設を担当する企業が生産環境と規模に応じた建屋の3Dデータを作成し、生産技術者と共同で生産ラインのレイアウトを設計します。一方、後者は、既存建屋の図面が紙ベースしかなく、タイムリーに図面を更新できていないために現状と乖離(かいり)していること、などがあります。このため、既存の建屋や設備の3Dデータの作成に手間と時間が掛かり、ライン運用を想定したレイアウト検討が十分にできないことがあります。

事前検討が不十分のまま生産ラインを立ち上げると、運搬機器が移動経路で柱や梁(はり)と干渉するなどの問題が生じます。また、プロダクトミックスの変化などにより、工程間仕掛かりの滞留場所が変化して仕掛かり置き場が不足すると、通路上や作業エリア内に仕掛かりが置かれるなどして、作業効率の低下や安全上の問題が生じます。これらの問題が生じると、運搬経路の適正化や仕掛かり置き場を確保するためにレイアウトを改善するなど、生産ライン構築の後戻りに対応しなければなりません。

このような生産ライン構築の後戻りを抑制するには、レイアウト設計の段階でライン運用も含めた十分な検討が有効

です。そのため、3Dモデルを用いて、現場管理者や作業員など多数の関係者が作業運搬のイメージを視覚的に捉えるなどの検討時間を確保できるように、この3Dレイアウトモデルを短期間で作成することが求められています。

深層学習を用いた点群データの自動分類

建屋や設備の位置、形状の情報をデジタルデータで収集する方法の一つに、3Dレーザースキャナーによる点群データの計測があります。収集した一つ一つの点は(x, y, z)の位置情報を含んでいます。レイアウト設計では、収集した点群データの中から必要な設備の点群データを分類し、切り出してレイアウト案に配置する作業があります。設備の点群データを分類するには、設備の種類や外観を見極める知識と分類する作業時間が必要であり、設備台数が多くなるほど手間と時間が掛かります。

東芝は、深層学習で点群データを建屋と設備に自動分類し、分類した点群に分類推定の信頼度を付与する技術を開発しました。人手による補正の際に信頼度を参照することで、修正箇所が絞り込みが容易になります。また、点群データの分類方法を適正化し、分類性能を維持したまま処理時間を短縮する手法を開発しました。これにより、生産ラインの3Dレイアウトモデル作成期間を約90%短縮できました。



図1. 3Dモデルを活用したレイアウト設計の手順
点群データから設備を自動分類します。3Dモデルを活用して人やモノの移動を検証することで総運搬距離を短縮できました。

3Dモデルを活用したレイアウト設計

東芝グループには、受注増加に対応して生産能力を拡大するために、既存の建屋に、既存の設備と新規設備を導入して生産ラインを構築する製造拠点が 있습니다。このような拠点のレイアウト設計に、自動分類した点群データを活用する手順を考案し、実践適用しました。

レイアウト設計の手順を図1に示します。手順1ではレーザースキャナーで、(a)新規生産ラインへ再配置する設備を含む既存の生産ラインと、(b)新規生産ラインを構築する建屋の点群データを収集します。手順2では、(a)の点群データを建屋と設備に自動分類し、分類推定の信頼度に応じて補正した後に、新規生産ラインへ再配置する設備だけを切り出します。手順3では、新規生産ライン構築のコンセプトに基づき、運用ルールと設備制約を満たすブロックレイアウトを作成します。手順4では、手順3で作成したブロックレイアウトに沿って手順2で切り出した設備を手順1(b)の建屋データに配置し、新規生産ラインの3Dレイアウトモデルを作成します。手順5では、3Dレイアウトモデルを活用し、実運用を想定した運搬単位や運搬形態で動線をシミュレーションします。部品搬入から、工程へのマーシャリング、工程間移動、出荷までの全ての運搬経路に対して、柱との干渉や安全かつ効率的な運搬経路が確保されているかどうか

を、運搬作業員の視点でウォークスルーして検証します。手順6では、モノの流れに沿った運搬距離(Distance)と運搬回数(Intensity)を定量化するDI分析手法を用いて総運搬距離を算出します。

この結果、従来の生産ラインで増産した場合に比べて、新規生産ラインの総運搬距離を約32%短縮できました。手順2に示した点群データの自動分類と信頼度に基づく補正によって3Dレイアウトモデルを短期間で作成したことで、時間を掛けてレイアウト案を十分に議論・検討できた効果と考えています。また、3Dレイアウトモデルを活用することで、運搬単位や運搬機器に合わせた運用成立性を視覚的にも検証できました。

今後の展望

今後は、生産ライン構築後の状態とレイアウト設計時の3Dレイアウトモデルを比較し、モデル化の完成度を検証します。更に、生産ラインのデジタルツイン確立を目指し、3Dレイアウトモデルと設備や人の動きをモデル化してモノの流れを再現する生産ラインシミュレーションとの融合に取り組んでいきます。

加瀬 明子
総合研究所 生産技術センター 設計生産プロセス変革推進部
日本機械学会会員