

No.16

3Dセンシングの動向と 鉄道分野への適用

「鉄道トレンドウォッチング」第16回では、構造物の計測や点検などの分野で活用が広がっている3Dセンシングについて、種類と活用例、鉄道への適用事例と今後の鉄道への適用について概観します。

■ 3Dセンシングの種類と活用例

センシング装置は、これまでにさまざまな種類のものが開発され、技術の進展も顕著です。近年では、3次元計測を可能とする3Dセンシング装置の技術開発および活用が広がりを見せています。周辺の異常物の検知、構造物など設備の点検、地形や建物の計測などに用いられており、今後ますます普及することが予想されます。

3Dセンシング装置には、LiDAR (Light Detection and Ranging, ライダー) センサーや、3Dスキャナーのほか、ステレオカメラといったものがあります。表1にこれら3つの3Dセンシング装置について、用途の例と主

な測定方法を示します。

LiDARとは、一般的にはレーザー光を用いた距離測定技術のことを指し、パルス状に発光するレーザー照射に対する錯乱光を測定し、対象までの距離や、その対象の性質を分析します。レーザービームが内部の回転ミラーで方向を変えて、周辺エリアをスキャンするものが多く用いられています。測定の際には、レーザーは発光部から対象物に当たり、受光素子が受光する時間差を用いて、距離を測定します。図1に市販されているLiDARセンサーユニットを示します。

LiDARを用いた計測には、屋内向けの計測システムがあります。この計測システムでは三つのLiDARセンサーを用いています。図2(上)に示した部屋の中を測定した結果、図2(下)に示したよ

うな点群データを得ることができます。

3Dスキャナーとは、一般的には対象の凹凸を感知し、3Dデータとして取り込む装置を指します。接触式と非接触式のものがあり、非接触式にはレーザー光を使用するものとパターン光を使用するものがあります。レーザー光を使用するものはライン状のレーザー光を測定対象に照射して、反射光をカメラで撮影して三角測量でデータを得ます(光切断方式)。製造業、建築・土木、文化財、プラント工場などで活用されています。

アーム式の3Dスキャナーで自動車の形状を測定している様子を図3(上)に示します。レーザー光の発光部と受光部が取り付けられたアームを車体に近づけて動かすことで、3次元データを得ることができます。測定結果は点

表1 3Dセンシングの比較

	用途の例	主な測定方法
LiDAR	人の流れの測定、建物の形状認識	レーザー光と回転ミラーにより周辺を測定
3Dスキャナー	構造物や車体などの形状の計測	ライン式のレーザー光で測定
ステレオカメラ	自動車運転支援、構造物の亀裂検知	二つのカメラの画素位置の差を用いて測定



図1 LiDARセンサーユニット (Velodyne Lidar社製、提供：アルゴ)



図2 LiDARセンサーにより測定した部屋(上)と点群データ(下) (提供：構造計画研究所)

群データで保存できます(図3下)。

ステレオカメラでは、人がものを見て距離を知るように、二つのカメラを用いて、対象物を異なる方向から同時に撮影します。左右カメラの画素位置の差、カメラ間距離から、カメラから物体までの距離を算出することができ、画面全体を立体的に把握できるようになります。

ステレオカメラを用いた技術には、デジタル画像相関法があります。ステレオカメラと画像処理により、対象物の変位・ひずみを非接触かつ3次元で測定します。これによって、ひずみゲージが使用できない環境でも対象物を測定できます。自動車分野、建築・土木分野で利用され、自動車分野ではプレス加工試験など、建築・土木分野ではクラックや亀裂、またコンクリート構造物における広い領域の変状検知に利用されています(図4)。

■ 鉄道への適用事例

鉄道分野においても、3Dセンシング技術の適用が進められています。ここでは、鉄道総研で現在開発を進めているものを紹介します。

適用事例の一つ目として、レーザーセンサーを用いた鉄道沿線の3次元計測システムがあります。軌道検測車などの車両に2Dのレーザーセンサーを取り付け、走行により3Dの線路空間の測定を行います。このシステムによって、建築限界支障の判定を効率的に実施できます(図5)。

適用事例の二つ目として、ステレオカメラと同様の技術を用いた、画像処理を用いた電車線検測があります。車両屋根上にセンサー・カメラを搭載し、レーザーセンサーによる物体位置計測データとカメラによる撮影画像の解析により、車両から電車線の金具位置を非接触で計測できます(図6、図7)。



図3 アーム式3Dスキャナーを用いて測定している様子(上)と得られた点群データ(下)
(提供：ニコンインステック)



図4 ステレオカメラで検知したコンクリートのクラック
(提供：構造計画研究所)

■ 今後の鉄道への適用

鉄道においては、多くの構造物が老朽化し、定期的な点検を必要とします。その一方、労働人口が減少するといったことが生じ、保守検査の効率化が求められます。鉄道設備には橋脚など人が容易に検査を行えない場所も多くあります。3Dセンシング技術は、鉄道における測定や検査業務の効率化に寄



図5 鉄道沿線の測定データ(上が前方映像、下が測定データ)
(鉄道総研信号・情報技術研究部)

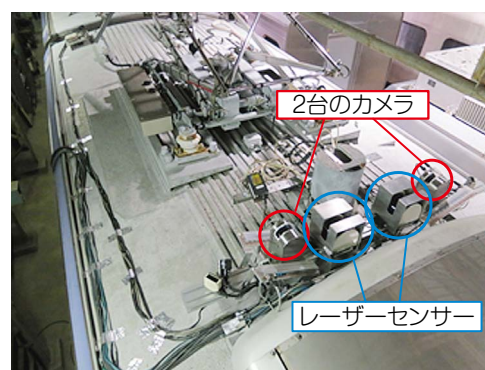


図6 電車線測定装置
(鉄道総研電力技術研究部)

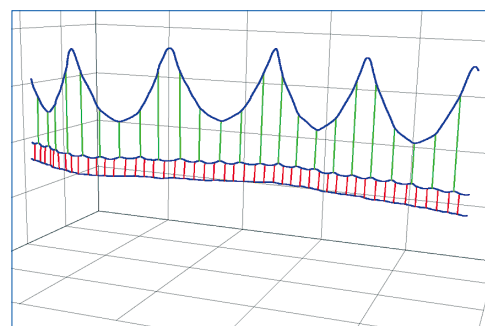


図7 金具位置の計測結果
(鉄道総研電力技術研究部)

与するものと考えられます。

実際に導入するうえではコストを考慮する必要がありますが、複数のセンシングを組み合わせる技術(センサフュージョン)によってコストを抑える例もありますので、今後はこのようなコストを考慮したセンシング技術の導入が求められていくものと考えます。

(渡辺義大/企画室 戦略調査)