

ダンプの運土情報自動記録システムの構築

清水建設株式会社	正会員	○大貫 奈々美	清水建設株式会社	非会員	宮下 裕貴
清水建設株式会社	非会員	横島 喬	清水建設株式会社	正会員	平田 弘達
清水建設株式会社	正会員	前崎 貴博			

1. 背景

造成工事において土運搬管理は必須項目である。従来、ダンプの運土記録は人の手で行われている。複数のダンプが配備された現場では、各ダンプが土を運搬した回数及びその土量を手作業で集計しているが、数え間違いや記録の欠損により信頼性が欠如する課題がある。そこで、本稿ではダンプの運土状態を自動で認識・記録し、運土情報を施工管理者向けに提供する運土情報自動記録システムを構築した。本システムは、ダンプの運転席の頭上に設置するダンプ運土状態認識システム（写真1）とクラウド上に構築される運土状態管理システムの二つから成る。

2. 運土状態認識システム

本システムは、ダンプの運土状態の認識を 3D Lidar と位置測位センサー（GNSS）、小型 PC を搭載した状態認識システム（写真.1）の一機能に位置づけられる。状態認識システムは写真.2 のようにダンプの上部に設置して点群データを取得する。取得した点群データを小型 PC によって状態認識 AI に入力し、ダンプの状態を推定する。

ダンプの状態を認識する AI モデルの作成は、(1) 訓練データ用点群データの取得、(2) 取得した点群データのアノテーション、(3) Neural Network へ入力するための点群データの加工、(4) 加工済み点群データとアノテーション情報を用いた Neural Network の学習の手順で行った。この AI モデルは、ダンプが示す次の3つの状態、運搬中 (carry)、ダンプアップ (dump-up)、空荷 (empty) を推定する分類器となる。本 AI モデルを用いて点群データからダンプの状態を推定した例を図.1 に示す。またダンプの状態の認識精度を向上させるため、作成した状態認識 AI モデルにステートマシンを組み合わせた。ステートマシンは、ダンプの作業順序が常に「empty」→「carry」→「dump-up」→「empty」と循環する性質を利用して状態を決定する。すなわち、ステートマシンにおいて現在の状態から移行可能な状態を AI が認識した場合にのみ、状態の変更を認める。例えば、ステートマシンの状態が empty で AI が carry を検知した場合、移行可能な状態であるため、ステートマシンの状態を carry に変更する。一方、ステートマシンの状態が empty の時に、AI が dump-up と誤認識した場合、ステートマシンは empty に留まる。このように、AI が誤認識した場合でも、システムはダンプ状態の誤認識を減少させることが可能になる。推定したダンプの状態は GNSS より得られる位置情報とともにクラウドに送信され、クラウドシステムによって管理される。

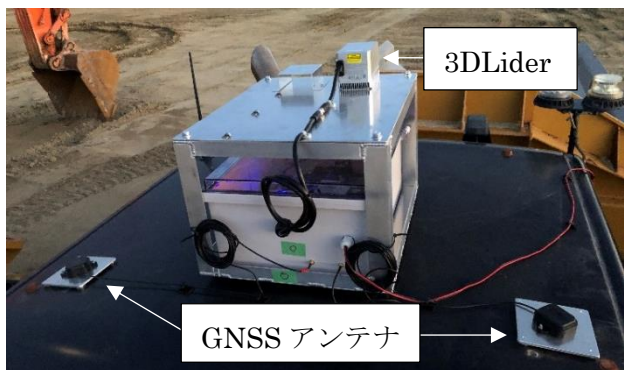


写真1. 状態認識システム



写真2. 状態認識システム設置位置

キーワード 運土管理, ニューラルネットワーク, クラウドシステム, GNSS

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設株式会社 土木技術本部 TEL 090-2542-7404

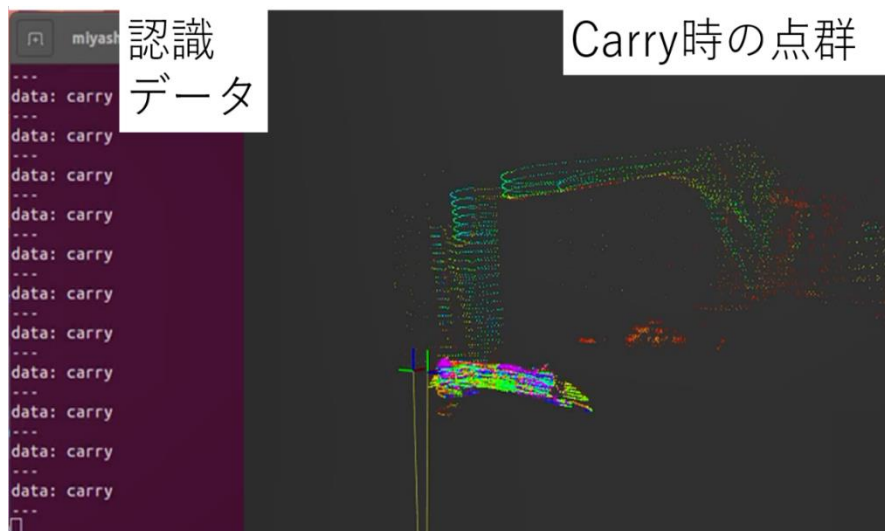


図1. ダンプが「carry」時の点群及び認識データ

3. 運土状態統合管理システム

現場内で稼働する複数のダンプに設置された各状態認識システムは運土状態と位置情報をインターネット経由でクラウドシステムに送る。クラウドシステムは状態認識システムから受け取ったデータを統合・蓄積し、現場全体の運土管理を行うためのものであり、受け取ったデータにエリア情報、土質情報等の施工管理に必要な属性データを追加してデータベースに保存するとともに、施工管理者向けにダンプの運土管理情報を可視化する(図.2)。今回は、アマゾン社が提供しているAWS(Amazon Web Service)上でデータ処理及びデータベースへの保存を行い、Amazon Quicksight というサービス上でデータの可視化、運土帳票の作成を行った。

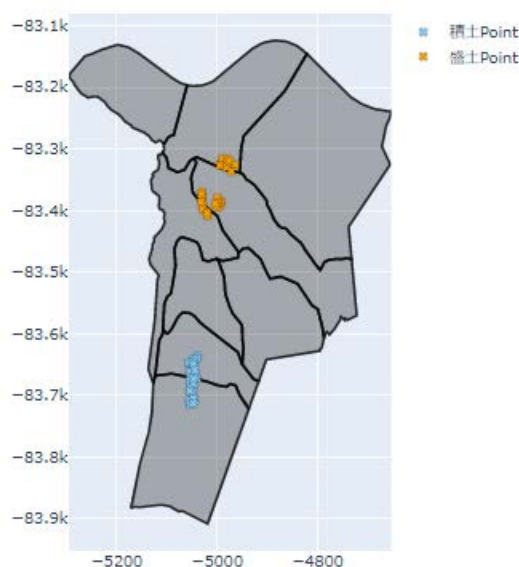


図2. ダンプの積土位置及び盛土位置

4. 結言

本システムによりダンプの運土状態と位置情報をデータとして保存、閲覧することができるようになった。これにより、現場の施工管理者は信頼性の高いデータを自動的に取得できるようになるとともに、ダンプ運転手から提出される管理簿の記入漏れ、帳票作成の労力といった課題を解決でき、原価管理の正確性向上と生産性向上につながると期待される。今後は本システムを現場で継続的に運用しながら、現場のニーズに応じたデータの可視化を行うことで、施工管理のさらなる合理化を図っていく予定である。