



< Für eine bessere Planung und Dokumentation nehmen Kameras und Laserscanner große Baustellen-areale aus der Luft auf.

GRUPPE LASER SCANNING

Baufortschritt: aus der Luft erfasst, automatisch ausgewertet

Auf Großbaustellen herrscht Dynamik: Große Mengen an Material und Objekten werden täglich bewegt. Ein von Fraunhofer IPM für die STRABAG AG entwickelter Laserscanner erfasst Verkehrswege-Baustellen aus der Luft, um diese Veränderungen zu dokumentieren. Die 3D-Daten werden mit einer eigens entwickelten Software automatisch ausgewertet.

Für Baudienstleister wie die STRABAG AG ist es wichtig, den Projektfortschritt auf Großbaustellen zu überwachen und zu dokumentieren. Projektmanager im Baugewerbe arbeiten dabei zunehmend mit digitalen Daten und spezieller Software. Diese sind die Basis für die sogenannte Bauwerksdatenmodellierung (Building Information Modeling, BIM), die dabei hilft, Bauprojekte optimal zu planen und zu realisieren.

Auf Großbaustellen, etwa im Verkehrswegebau, werden seit einiger Zeit mit Kameras ausgestattete Drohnen eingesetzt, um den Baustellenstatus zu dokumentieren. Alle paar Tage überfliegen sie das Areal und liefern so eine Vielzahl an Informationen: Position und Größe von Asphalt- oder Kiesflächen, Leitplanken, Bordsteinkanten, Kanaldeckeln oder Bäumen ebenso wie Bestand und Lagerort von Baumaterialien oder Baustelleninventar. Ausgewertet werden die aus den Kamerabildern berechneten 3D-Daten heute »manuell«, also durch Sichtprüfung. Diesen Prozess effizienter zu gestalten, ist das Ziel eines gemeinsamen Projekts von STRABAG und Fraunhofer IPM.

Objekte in 3D-Punktwolken sicher erkennen

Ein von Fraunhofer IPM entwickeltes Messsystem, das neben Kameras auch einen Laserscanner nutzt und auf einer UAV-Plattform (Unmanned Aerial Vehicle) installiert ist, liefert neben Kameradaten direkt eine georeferenzierte 3D-Punktwolke. Das zwei Kilogramm leichte augensichere Messsystem erfasst ein Areal von mehreren hundert Quadratmetern in weniger als zehn Minuten. Quer zur Flugrichtung erzeugt der Laserscanner bis zu 60 Messprofile pro Sekunde mit jeweils 1.000 Messpunkten. Die Präzision einer Einzelpunktmessung liegt dabei bei rund 1 cm.

Die 3D-Daten des Scanners bieten zwei wesentliche Vorteile: Im Unterschied zu Kamerabildern durchdringen die Messstrahlen Vegetation, sodass auch Bodenpunkte unter Bäumen oder Sträuchern erfasst werden. Zudem entfallen störende Schatteneffekte, wie sie bei reinen Kamerasystemen unvermeidlich sind. Gleichzeitig bilden die vom Scanner erzeugten 3D-Punktwolken, ergänzt durch RGB-Information aus Bildern, die beste Grundlage für eine automatisierte Auswertung der Messdaten. Bis dato gleicht die Auswertung der Messbilder einem Prozess, wie man ihn vom »Malen nach Zahlen« kennt: Die 3D-Punktwolke wird ausgewertet, indem Objekte manuell extrahiert werden.

TRAININGSDATENSATZ FÜR KÜNSTLICHE NEURONALE NETZE (KNN): Zur Erstellung eines Trainingsdatensatzes werden tausende Datensätze, die prototypische Elemente eines Baustellenszenarios enthalten, manuell annotiert: Alle Randbereiche eines relevanten Objekts, z. B. einer Laterne oder eines Baumes, werden pixelgenau markiert. So entstehen prototypische Polygonflächen, die vordefinierten Objektklassen zugeordnet werden. Diese annotierten Flächen dienen als Eingabemuster für das KNN und erzeugen später durch Wiedererkennen von Geometrie, Farbe und anderer beschreibender Parameter das jeweils zugehörige Ausgabemuster, also eine bestimmte Objektklasse. Für das Annotieren der Daten hat Fraunhofer IPM ein Softwaretool entwickelt, das diesen Prozess effizient gestaltet.

Diesen Prozess der Dateninterpretation sollen in Zukunft speziell designte lernfähige Algorithmen übernehmen, die nach dem Konzept des »Deep Learning« auf Basis künstlicher neuronaler Netze (KNN) arbeiten. In seinem Ursprungszustand gleicht ein solches KNN einem bloßen Gerüst aus künstlichen neuronalen Verbindungen. Auf die spätere Klassifizierungsaufgabe wird das KNN mit einem speziell generierten Trainingsdatensatz vorbereitet, denn nur bekannte Objekte können zuverlässig identifiziert werden.

Klassifiziertes 3D-Modell des Baustellengeländes

Voraussetzung für die automatisierte Datenauswertung ist neben dem Training des KNN die sinnvolle Aufbereitung der Eingabedaten. Geschickt fusionierte Kamera- und Scannerdaten bilden eine ideale Datenbasis. Die Kameradaten schließen mögliche Lücken in der 3D-Punktwolke und liefern zusätzliche Farbinformationen. Anhand der Tiefeninformationen aus der 3D-Punktwolke wiederum lassen sich zum Beispiel überlappende Objekte besser unterscheiden, als dies allein anhand von Kameradaten möglich wäre. Ein von Fraunhofer IPM entwickeltes Framework projiziert die Scannerdaten zuverlässig und genau in die Bilder der Farbkameras. So wird jedem RGB-Bild der Szene ein entsprechender Tiefenkanal zugeordnet. Mit so aufbereiteten RGB-D(epth)-Daten und einem trainierten Netz erweist sich

die Datenauswertung als sehr robust gegenüber Objektvariationen, Aufnahmewinkel und Lichtverhältnissen. Und das ist entscheidend: Denn keine Baustelle gleicht der anderen und keine Messung findet bei kontrollierten Umgebungsbedingungen statt. Der Projektpartner Strabag erhält ein ausführbares Programmpaket, das klassifizierte Datensätze im Industrieformat LAS erzeugt, die sich nach Bedarf mit anderen Daten – z. B. BIM- oder CAD-Daten – verknüpfen lassen. So entsteht eine digitale Datengrundlage für das effiziente Management großer Bauvorhaben.



Bereit zum Abflug: Ein STRABAG-Mitarbeiter bereitet den Start der Drohne vor. Die aufgenommenen Daten werden später automatisch ausgewertet.