

Fokus Digitale 3D-Modelle

Offene Baustelle: Für die Dokumentation können unterirdisch verlegte Bauelemente jetzt digital erfasst werden.



Unser KI-basiertes System erzeugt georeferenzierte Daten für die Dokumentation erdgebundener Infrastruktur.

Es wird gebaggert in deutschen Städten: Vielerorts werden Straßen und Wege aufgedrungen, um Glasfaserkabel zu verlegen und Leitungen oder Rohre zu modernisieren. Ist die Baugrube erst einmal wieder zugeschüttet, weiß niemand mehr so genau, was an welcher Stelle und in welcher Tiefe verlegt wurde. Die Folge: Immer wieder kommt es zu Stromausfällen, gestörter Datenübertragung oder im schlimmsten Fall zu Gasexplosionen, weil Leitungen versehentlich von Baggern zerstört werden. Eine exakte Dokumentation erdgebundener Infrastruktur würde das verhindern. Bis heute wird die Lage unterirdischer Bauelemente in der Regel von Hand skizziert und manuell in ein Geoinformationssystem (GIS) übertragen. Dieser Prozess ist zeitaufwändig, die Daten oft unvollständig, denn vor allem Tiefenangaben werden nur lückenhaft erfasst.

Mobil erfasst mit Low-cost-Sensorik

In Kooperation mit dem Netzbetreiber Bayernwerk Netz GmbH hat Fraunhofer IPM ein Tool zur digitalen 3D-Erfassung von Baugruben entwickelt, das eine präzise, lückenlose und effiziente Dokumentation ermöglicht. Es besteht aus einem handelsüblichen Tablet-PC zur Datenaufnahme und der am Institut entwickelten Software »TrenchLog« zur automatisierten Datenauswertung. Die Erfassung ist unkompliziert und erfordert keine besonderen Vorkenntnisse: Mit dem Tablet-PC in der Hand bewegt sich der Vermesser längs der Baugrube und nimmt Bilder auf, aus denen später die 3D-Punktwolke errechnet wird. Das Aufnahmegerät ist mit einem kommerziell verfügbaren Stereokamera-System und einem Inertialsensor ausgerüstet und nimmt Daten mit einer Genauigkeit von 20 cm Abweichung auf einer Messstrecke von

50 Metern auf. Um alle Datenströme bestmöglich gemeinsam zu nutzen, wird ein Visual-SLAM (Simultaneous Localization and Mapping)-Algorithmus für die 3D-Rekonstruktion eingesetzt. In einer eigens auf dem Institutsgelände ausgehobenen Baugrube konnte das Team das System während der Entwicklung testen.

Passpunkte für die Georeferenzierung

Die Messdaten sind verknüpft mit dem globalen Referenzsystem GNSS (Global Navigation Satellite System). Bei der Georeferenzierung erschweren die weitgehend homogenen Oberflächen der Kabel und Rohre die eindeutige Identifikation von Bezugspunkten. Das Team setzt daher eigens kreierte wetterfeste Passpunkte ein, die temporär an Hauswänden oder Verteilerkästen angebracht werden. Diese Referenzpunkte werden im Zuge der Messung miterfasst und ermöglichen eine bis auf wenige Zentimeter genaue Positionsbestimmung. Und sie erfüllen einen weiteren Zweck: Leitungen werden oftmals über große Strecken verlegt. Viele Meter lange Baugruben in einem Durchgang zu vermessen, ist aber nicht immer praktikabel. Um Versatzfehler bei der Messung von Teilabschnitten zu vermeiden, werden zusätzliche Passpunkte angebracht und die Abschnitte jeweils überlappend aufgenommen. So lassen sich die Messdaten später zu einem durchgehenden Bild zusammenfügen.

Automatische Erkennung typischer Baelemente

Eine gute Baudokumentation erfasst nicht nur, an welcher Stelle Kabel, Rohre oder Verbinder unter der Erde vergraben sind, sondern auch Art und Anzahl der Baelemente. Das Softwaretool »TrenchLog« erkennt und quantifiziert diese Objekte in den Messdaten automatisch – unmittelbar nach der Erfassung. Dafür wurde ein Deep-Learning-Algorithmus mit zuvor definierten Objektklassen trainiert: Dazu gehören Leitungen, Kabel oder Rohre mit unterschiedlichen Durchmessern sowie verschiedenartige Verbindungselemente. Dem Algorithmus liegt ein künstliches neuronales Netz zugrunde, für das ein umfangreicher Trainingsdatensatz mit einschlägigen Bildern erstellt wurde. Dieser

Datensatz kann – je nach Dokumentationsaufgabe – um neue Elemente erweitert werden.

Ein Regelwerk von Heuristiken, das auf die Daten angewandt wird, reduziert Fehler bei der Bilderkennung. Wichtig für die reibungslose Erfassung und Auswertung ist zudem eine optimierte Datenspeicherung: So wird beispielsweise die Punktwolke auf einen festen Mindestpunktabstand reduziert, um die Datenmenge zu reduzieren. Überlappende Bildbereiche werden nicht ausgewertet, um die Auswertung zu beschleunigen.

Visualisierung und Bildkorrektur

Zur einfachen Bedienbarkeit des Tools gehört auch die komfortable Darstellung der Messergebnisse. Dazu hat das Team eine Visualisierungskomponente entwickelt, die eine verzerrungsfreie 3D-Rekonstruktion auf Basis der Punktwolke ermöglicht. Die nutzerfreundliche Bedienoberfläche erlaubt neben Plausibilitätschecks unter anderem auch manuelle Korrekturen oder Daten-Uploads in die Cloud. Das System ist für Erfassungslängen von bis zu 50 m spezifiziert – wichtige Meter auf dem Weg zu einer lückenlosen Dokumentation vieler Tausend Kilometer Rohrgräben, die Jahr für Jahr gegraben und wieder zugeschüttet werden.



Unkompliziert: Die Daten werden mit einem handelsüblichen Mobilgerät erfasst. Spezifische Vorkenntnisse sind dafür nicht notwendig.



Strom- und Glasfasernetze werden derzeit massiv ausgebaut. Unser Tool hilft dabei durch effiziente 3D-Kartierung.«



*Dr. Christoph Werner,
Gruppenleiter*