



How we build reality



Case Study

Geowissenschaften



Unternehmensprofil

Zoller + Fröhlich zählt zu den weltweit führenden Unternehmen im Bereich der berührungslosen, terrestrischen Laser- messtechnik und verfügt aufgrund langjähriger Tätigkeit, sowie einer Vielzahl durchgeführter Projekte, über einen enormen Erfahrungsschatz. Innovative Gedanken werden von jeher gefördert und in zukunftsweisende Produkte umgesetzt. Aufgrund des Supports, den wir unseren Kunden entgegenbringen, können wir auf längjährige, treue Kunden bauen, die unseren individuellen Service sehr schätzen.



Einführung

Geowissenschaftler, wie zum Beispiel Geologen, Glaziologen oder Geografen zeichnen Veränderungen der Erdoberfläche über einen bestimmten Zeitraum auf, um geomorphologische Phänomene beschreiben zu können. Diese Wissenschaft wird als Geomorphometrie bezeichnet. Relevante Parameter sind beispielsweise flächenhafte, volumetrische oder kinematische Veränderungen bestimmter Landformen.

Das terrestrische Laserscanning (TLS) hat sein Potenzial in den oben genannten Anwendungsbereichen bewiesen und kann somit als etablierte Technologie angesehen werden. Die Anwendbarkeit eines bestimmten Laserscanners hängt von einer Mischung aus Eigenschaften, wie der maximalen Reichweite, der Genauigkeit des Entfernungsmessers sowie der lateralen Auflösung ab. In einigen Anwendungsbereichen, wie beispielsweise der Steinschlagüberwachung oder Felsdarstellung können phasenbasierte terrestrische Laserscanner mit Reichweiten von mehreren hundert Metern eingesetzt werden.

Ein deutlicher Vorteil von Laserscannern mit großer Reichweite ist die höhere Genauigkeit des Entfernungsmessers sowie eine potentiell höhere laterale Auflösung aufgrund einer kleineren Messpunktfäche. In dieser Fallstudie werden verschiedene Anwendungsgebiete im Bereich Geowissenschaften in alpinen Umgebungen mittels phasenbasierter TLS kurz vorgestellt. Alle Beispiele in dieser Fallstudie wurden mit dem Z+F IMAGER® 5016 während der Innsbruck Summer School of Alpine Research 2017 in Obergurgl in den österreichischen Alpen aufgenommen.

Innsbruck Summer School of Alpine Research

Junge Wissenschaftler in den Bereichen Gebirgsforschung, Geoinformatik und Fernerkundung aus aller Welt nehmen an der Innsbruck Summer School in Obergurgl, Österreich teil. Die Veranstaltung findet im zweijährigen Rhythmus statt. Hauptziel ist es, den Teilnehmern innovative praktische und methodische Fähigkeiten im Bereich Gelände- und Objektvermessung zu vermitteln. Durch den Einsatz des Z+F IMAGER® 5016 konnten die Nachwuchswissenschaftler einen hochpräzisen TLS für die Erfassung der Daten nutzen, welcher genaueste Messergebnisse bei großen Distanzen liefert.





*Eine Region in Obergurgl, Österreich, welche Steinschlag ausgesetzt ist. Z+F IMAGER® 5016
Bild: Dr.-Ing. Daniel Wujanz*

Frühwarnsystem bei Steinschlag



*Z+F IMAGER® 5016
Bild: Dr.-Ing. Daniel Wujanz*

Das Auftreten von Steinschlag ist für jeden Besucher einer Bergregion allgegenwärtig, zum Beispiel bei einer anspruchsvollen Wanderung auf einen Berggipfel oder entlang einer Straße, die sich direkt neben einer steilen Felswand befindet. Dieser Effekt wird durch verschiedene Ursachen ausgelöst, zum Beispiel durch Gefrier- und Tauzyklen oder durch Wasser- oder Vegetationswurzelndruck, durch die Risse in den Erdschichten hervorgerufen werden.

Die Überwachung von Steinschlaggefahrenzonen mittels TLS war in den letzten Jahren ein zunehmend wichtiges Forschungsgebiet. Eine erforderliche Aufgabe, bevor der eigentliche Überwachungsprozess eingeleitet werden kann, ist das Entfernen der Vegetation aus den ursprünglichen Datensätzen, so dass das Wachstum der Pflanzen nicht die tatsächlichen Oberflächenveränderungen täuschen kann.

Ein zweiter Aspekt, warum die Lokalisierung von Vegetation von besonderem Interesse ist, ist die Tatsache, dass mechanische Verwitterung durch Wurzelndruck verursacht werden kann. Es wäre ziemlich mühsam, alle Pflanzen aus der gescannten Region manuell zu entfernen, da die Vegetation über die ganze Felswand verstreut ist. Als Konsequenz wurden mehrere Ansätze entwickelt, um diese Aufgabe zu automatisieren.

Ein Ansatz ist die Kombination von TLS-Daten mit Bildern, die von einer modifizierten Digitalkamera aufgenommen wurden, deren Nahinfrarotfilter (NIR) entfernt und ein RGB-Filter hinzugefügt wurde. Die Kamera erfasst dabei ausschließlich im NIR-Spektrum reflektierte Informationen, die zur Identifizierung von Vegetation dienen.



Während der vorherige Ansatz einen zusätzlichen modifizierten Sensor und eine mühsame Kalibrierung des Sensorsystems erfordert, wird im Folgenden eine alternative Strategie vorgeschlagen. Die Idee besteht darin, einen normalisierten Differenzvegetationsindex (NDVI) zu berechnen, welcher rein auf Informationen basiert, welche mit dem Laserscanner, dem Z+F IMAGER® 5016, erfasst wurden.

Informationen innerhalb des sichtbaren Spektrums (RED) werden von der eingebauten Kamera erfasst, welche vom Hersteller bereits kalibriert wurde. Die benötigten Informationen aus dem NIR-Spektrum werden mit Hilfe des Entfernungsmessers in Form von Intensitätswerten gewonnen. Da beide Informationsquellen sehr unterschiedliche numerische Bereiche aufweisen, ist ein Anpassungsprozess erforderlich, bevor der tatsächliche NDVI berechnet werden kann.

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}$$

Die Informationen im sichtbaren Bereich (RED) werden von einer vollkalibrierten Einbaukamera von Zoller + Fröhlich erfasst und die erforderliche Information aus dem NIR-Spektrum wird mit dem Entfernungsmesser in Form von Intensitätswerten abgerufen. Da die erforderlichen Parameter, die RED- und NIR-Werte für jedes Pixel verfügbar sind, können die NDVI-Werte unter Verwendung der obigen Standardformel berechnet werden.



Ein rechteckiger Bereich wurde mit pinker Farbe markiert, um Vegetation zu zeigen



*Eine Region in Obergurgl, Österreich, welche Steinschlag ausgesetzt ist. Z+F IMAGER® 5016
Bild: Dr.-Ing. Daniel Wujanz*

Objektbasiertes Deformationsmonitoring

Ein weiteres Anwendungsgebiet in der Geowissenschaft ist das Deformationsmonitoring.

Während etablierte Methoden zum Deformationsmonitoring, auf Basis von Punktwolken, Rückschlüsse auf Ebenenunterschiede großer Erdoberflächen erlauben, sind Geowissenschaftler eher daran interessiert, das individuelle Verhalten einzelner Objekte wie Felsen oder Felsbrocken zu analysieren. Parameter, die in diesem Zusammenhang von besonderem Interesse sind, sind beispielsweise die Orientierung von Felswänden, Verwerfungsflächen oder Verschiebungsvektoren.

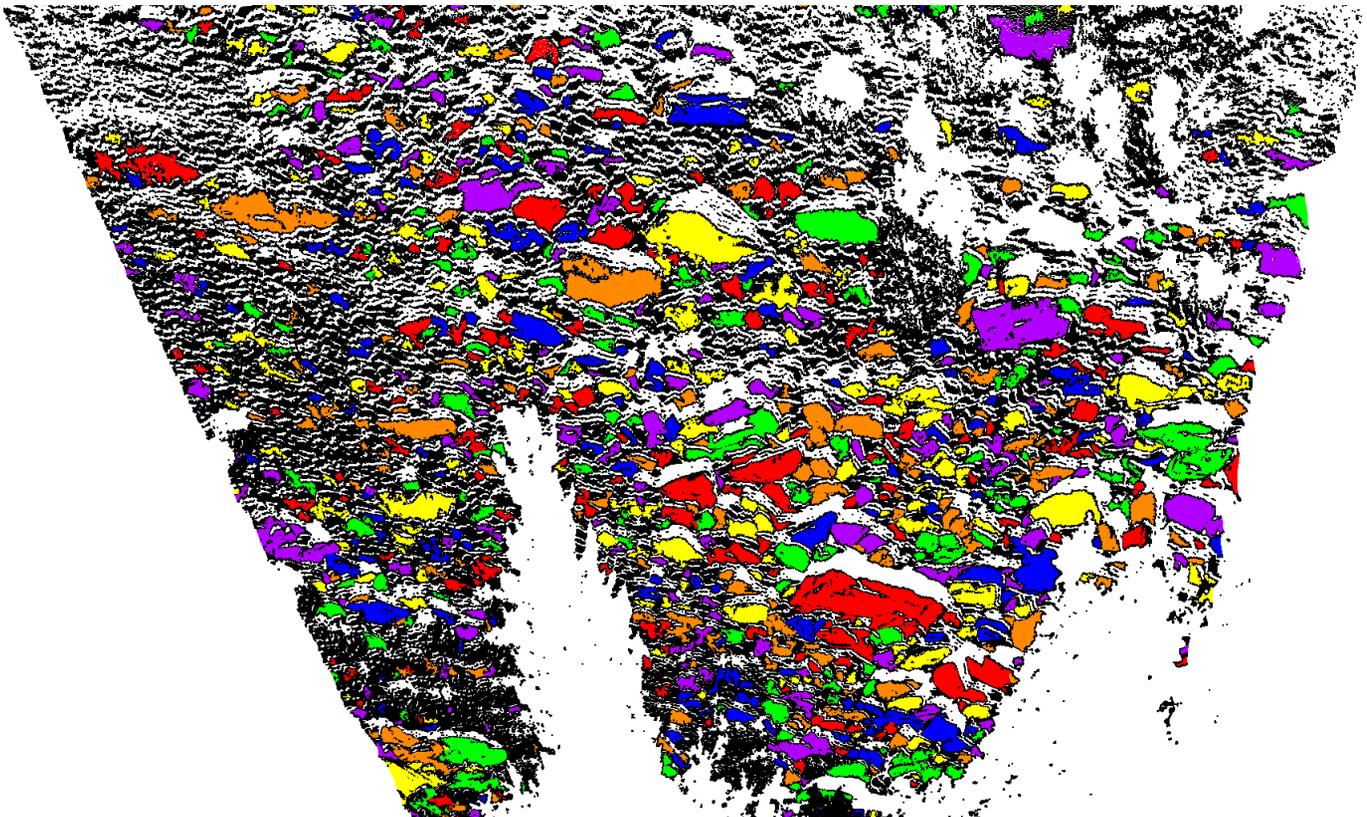
Um Verschiebungsvektoren abzuleiten, werden Bildkorrelationsalgorithmen auf Intensitätsbilder übertragen. Ein Nachteil dieser Strategie ist, dass die Qualität der Ergebnisse stark von Umwelteinflüssen, wie zum Beispiel Regen, abhängt. Diese beeinflussen die gemessenen Intensitätswerte und damit das Ergebnis. Ein objektbasierter Monitoringansatz, der auf terrestrischen Laserscans basiert, ist auf die Anwendung bei der Erdrutschüberwachung zugeschnitten und enthält einen ausgefeilten regelbasierten Segmentierungsalgorithmus.

Aufgrund der Zugänglichkeit des Gebiets in Obergurgl, Österreich, dient es als Untersuchungsgebiet zur Entwicklung des Deformationsüberwachungsalgorithmus. Eine wichtige Anforderung an einen Algorithmus dieser Art ist die Segmentierung der Punktwolke in einzelne geologische Objekte und die Identifikation von Vegetation in den erfassten Daten.

Während dieser zuvor erwähnte Ansatz auf radiometrischen Informationen basiert, gibt es auch andere Methoden, die ihre Ergebnisse unter Verwendung von geometrischen Informationen erzeugen. Um beide Informationsquellen für die Überwachung zu nutzen, wurde ein Segmentierungsalgorithmus angewendet. Neben der Verwendung geometrischer und radiometrischer Informationen berücksichtigt der Algorithmus auch lokale Stichprobenmerkmale, die ansonsten das Ergebnis beeinflussen würden.



Die segmentierte Punktwolke zeigt, dass die Teilchengröße, welche eine weitere wichtige Eigenschaft für Geologen ist, innerhalb des erfassten Gebiets deutlich variiert. Um einzelne Bereiche nach einem gewissen Zeitraum wieder zuordnen zu können, sollte das Ziel die Festlegung aussagekräftiger und konsistenter Deskriptoren sein.





*Trümmerfeld in Obergurgl, Österreich. Aufnahme der HDR-Kamera des Z+F IMAGER® 5016
Bild: Dr.-Ing. Daniel Wujanz*

Zusammenfassung



Z+F IMAGER® 5016

Phasenbasierter terrestrischer
Laserscanner

Reichweite: 360 m

Gewicht: < 6,5 kg

Sichtfeld: 360° x 320°

Messrate: > 1 Mio. points/sec

Schutzklasse: IP 54

Integrierte HDR-Kamera
und Positionierungssystem

Diese ersten Erfahrungen mit dem Z+F IMAGER® 5016 in geowissenschaftlichen Anwendungsbereichen - einer herausfordernden Domäne, die eindeutig von time-of-flight-Scannern dominiert wird - zeigen das Potenzial dieses Scannertyps in diesem Bereich. Aufgrund der im Vergleich zu früheren Modellen deutlich erhöhten Reichweite der neuesten Modelle, können neue Anwendungsfelder wie Steinschlaggefahr oder objektbasierte Deformationsüberwachung erobert werden. Ein deutlicher Vorteil des Z+F IMAGER® 5016 für den Einsatz in der Steinschlagüberwachung gegenüber kamerabasierten Systemen ist das größere Sichtfeld, welches ermöglicht, sehr steile Felswände aus einem vergleichsweise nahem Bereich mit höchster Präzision zu erfassen.

Neben den beiden vorgestellten Einsatzgebieten könnte der Scanner auch zur Überwachung von Massenbewegungen großer Erdbeben eingesetzt werden. Aufgrund der sehr schnellen Erfassungsrate können zahlreiche Scans entlang des Erdbebens erfasst werden. Dies ist von Bedeutung, da in der gefährlichen Umgebung nur kurze Aufenthalte an jeder Scanposition möglich sind.

Und dennoch ist das Potenzial dieses TLS noch lange nicht ausgeschöpft. Der Z+F IMAGER® 5016 bietet zahlreiche Möglichkeiten. Alle Anwendungen, bei welchen eine Reichweite von bis zu 360 m erfordert wird, sind ideale Einsatzgebiete. Mögliche Anwendungsbereiche sind somit Höhlenscanning, geologische 3D-Modellierung, Volumenschätzung, Bohrkernvermessung, Felsgesteinskanalanalyse und Erosionsstudien oder auch in der Gesteins- und Mineralklassifizierung kann der Laserscanner erfolgreich zur Datenerfassung eingesetzt werden.



Hauptsitz – Deutschland
Zoller + Fröhlich GmbH
Simoniusstrasse 22
88239 Wangen im Allgäu
Germany

Tel.: +49 7522 9308-0
Fax: +49 7522 9308-252

www.zofre.de
info@zofre.de

Niederlassung – UK

ZF UK Laser Limited
9 Avocado Court
Commerce Way
Trafford Park
Manchester M17 1HW
Great Britain

Tel.: +44 161 8717 050
Fax: +44 161 3125 063

www.zf-uk.com
info@zf-uk.com

Niederlassung – USA

Z+F USA, Inc.
700 Old Pond Road
Suite 606
Bridgeville, PA 15017
USA

Tel.: +1 412 257 8575
Fax: +1 412 257 8576

www.zf-usa.com
info@zf-usa.com