



Die Tempelstadt Angkor Wat wurde mit dem Laserscanner IMAGER 5006 und der uEye Kamera vermessen

Willkommen in der Wirklichkeit

USB-Industriekamera liefert Farbdaten für 3D-Laserscanner

Bei der 3D-Rekonstruktion von Räumen oder Gegenständen ist es mit Laserscannern möglich, die Entfernung jedes sichtbaren Punkts präzise zu bestimmen und ein dreidimensionales Modell zu erzeugen – diesem fehlt jedoch die Farbinformation. Bei der herkömmlichen Kameratechnik hingegen werden zwar Helligkeit und Farbe, aber keine Tiefeninformation erfasst. Dem Laserspezialisten Zoller+Fröhlich GmbH gelingt die Symbiose beider Techniken: Der mobile 3D-Laserscanner Z+F IMAGER® 5006i ermittelt ein räumliches Modell in Form einer dreidimensionalen Punktwolke, zu dem eine hochauflösende 5 Megapixel-Kamera von IDS Farbbilder als Textur liefert. Die Anwendungsgebiete dieses Systems reichen von der Dokumentation von Bauwerken wie beispielsweise historischen Gebäuden oder Fabrikhallen über die Aufnahme von Verkehrsunfällen bis hin zu Anwendungen aus der Forensik.

Beispiel 1: Die gewaltige Tempelanlage Angkor Wat im Norden von Kambodscha ist weltberühmt – jährlich bestaunen mehr als eine halbe Million Touristen die über 800 Jahre alten Sandsteinbauten. Doch leider sind heutzutage viele der Bauwerke durch Witterungseinflüsse in einem schlechten Zustand. Verschiedene internationale Organisationen bemühen sich um den Erhalt der faszinierenden Anlage. Der erste Schritt ist dabei eine möglichst detaillierte Dokumentation der Bauwerke, um Veränderungen feststellen zu können. Mit der Kombination aus Lasermess-technik und Bildverarbeitung werden vor Ort wirklichkeitstreuere Modelle der Anlage erstellt.



Symbiose aus zwei Welten – der Z+F IMAGER® 5006i und eine USB uEye Kamera

Das Verfahren zur Lasermessung, das der IMAGER 5006 verwendet, nennt sich LIDAR – die Abkürzung steht für „Light Detection And Ranging“. Dabei wird ein roter Laserstrahl über ein motorgetriebenes Spiegelsystem in vertikaler Richtung abgelenkt, sodass er alle Punkte entlang einer Linie abtastet. Zusätzlich rotiert das komplette System horizontal und kann somit ein vollständiges Abbild der im Sichtbereich des Scanners liegenden Umgebung erzeugen. Die eigentliche Entfernung jedes Punkts ermittelt der IMAGER 5006 aus der Phasendifferenz zwischen dem ausgesendeten und dem reflektierten Laserstrahl. Diese wird kontinuierlich aufintegriert, was dem Verfahren einen deutlichen Geschwindigkeitsvorteil gegenüber anderen Lasermesssystemen wie z. B. gepulsten Systemen – so genannten „time-of-flight“-Verfahren – verschafft.

Im „Ultra High Resolution“-Modus erfasst der Scanner horizontal und vertikal jeweils 40.000 Messpunkte pro voller Umdrehung, der Punktabstand beträgt dabei selbst in 10 m Entfernung nur etwa 1,5 mm. Zu jedem Messpunkt werden neben der Entfernung auch die Reflektivität sowie zwei Winkelkoordinaten hinterlegt. Aus diesen Daten können Koordinaten berechnet werden, die eine sehr dichte Punktwolke der Umgebung liefern. Mittels



3D-Punktwolke und darüber gemapptes Farbbild

Farbmapping werden die von dem 5 Megapixel-CMOS-Sensor der IDS-Kamera „USB uEye SE“ gelieferten Bilder über diese Koordinaten gelegt, sodass ein wirklichkeitstreuere Modell entsteht.

Der eingebaute IPC mit großer Festplatte, ein integriertes Bedienfeld sowie Wechselakkus ermöglichen einen stand-alone-Betrieb des Scanners. Für die Anbindung weiterer Komponenten stellt das System zwei schnelle USB-Schnittstellen zur Verfügung. Die Zoller+Fröhlich GmbH nutzt daher die kompakten USB 2.0-Kameras der IDS GmbH auch zum Nachrüsten bereits vorhandener Scanner. Mit wenigen Handgriffen wird die bereits ab Werk kalibrierte Kamera montiert und mit dem eingebauten PC verbunden. Dank der Plug & Play-Fähigkeit der uEye kann der Benutzer ohne zusätzliche Konfigurationsschritte mit der Messung beginnen. „Die Anbindung über USB 2.0 war ein klarer Vorteil gegenüber den Mitbewerbern“, begründen die für die Entwicklung der Kameraintegration verantwortlichen Ingenieure Franz Härtl und Thomas Abmayr die Entscheidung für Kameras von IDS.

Das verwendete Modell UI-1480SE-C bietet mit 5 Megapixeln eine hohe Sensorauflösung. Dadurch kann ein weitwinkliges Objektiv mit 4,8 mm Brennweite verwendet werden – die Auflösung ist selbst bei dem großen Bildwinkel hoch genug, um auch Details noch deutlich abzubilden. Um die gesamte Umgebung aufzunehmen, wird die Kamera automatisch zu unterschiedlichen vertikalen und horizontalen Positionen bewegt. Eine Aufnahmereihe besteht typischerweise aus drei unterschiedlichen horizontalen Bahnen, wobei jeweils etwa zehn Bilder pro Bahn aufgenommen werden. Für Spezialanwendungen, die eine noch höhere Bildauflösung erfordern, wird die uEye-Kamera mit einem Objektiv mit 8 mm Brennweite versehen. Durch den kleineren Bildwinkel ist die räumliche Auflösung der Farbbilder höher, der Scanner fährt in diesem Fall zusätzliche Positionen an. Da der Scanner oft auch in Gebäuden eingesetzt wird, waren Dynamikumfang, Empfindlichkeit und Farbqualität der Kamera wichtige Auswahlkriterien für die

Ingenieure. Vor jeder Aufnahme passt die Software die Belichtungszeit des Bildsensors automatisch an, um optimal ausgeleuchtete Bilder zu erhalten: Aus einer Reihe von Aufnahmen mit unterschiedlichen Belichtungszeiten wird das Bild ausgewählt, das ohne Überbelichtung den besten Kontrast bietet.

Beispiel 2: Auf einer vielbefahrenen Schnellstraße kommt es zu einem folgenschweren Verkehrsunfall. Mehrere PKW sind in die Massenkollision verwickelt. Die Rekonstruktion des Unfallhergangs ist sehr schwierig – aber wichtig, um die Schuldfrage zu klären. Die Polizei verlässt sich bei der Analyse des Unfallorts auf Daten, die die Kamera und der 3D-Laserscanner ermitteln. Während der Scanner die räumlichen Daten zur Vermessung der Fahrzeugpositionen liefert, zeigen die Kamerabilder wertvolle Details wie z. B. Bremsspuren, die ansonsten nicht erkennbar wären. So kann die Straße schnell wieder freigeräumt werden, die Untersuchung findet virtuell am PC statt.

Ein kompletter 360°-Scan dauert – je nach Auflösung der Messpunkte – jeweils etwa drei Minuten für die Lasermessung sowie die Aufnahme der Farbbilder. Um verdeckte Bereiche des Raums abbilden zu können, werden mehrere Scans von unterschiedlichen Positionen durchgeführt. Anhand markanter Punkte kann das kalibrierte System somit ein vollständiges und wirklichkeitstreuere 3D-Modell erstellen.

Da der Scanner auf Linux basiert, war es wichtig, dass die USB-Kamera dieses Betriebssystem ebenfalls unterstützt. IDS hat die Softwareeinbindung seiner Industriekamerafamilie elegant umgesetzt: Das kostenlos erhältliche Software Development Kit „uEye SDK“ läuft sowohl auf Windows- als auch auf Linux-Systemen und ist für alle USB- und GigE-Kameraserien des schwäbischen Kameraspezialisten identisch. So können Anwender jederzeit ohne Programmieraufwand auf ein anderes Kameramodell wechseln – ganz gleich, ob die Kamera direkt über die Programmierschnittstelle für C++/C#/VB oder über eines der Interfaces z. B. DirectShow oder gängige Bildverarbeitungsbibliotheken eingebunden wird. Selbstverständlich unterstützen alle Kameras von IDS den neuen Softwarestandard für die Bildverarbeitung, GenICam™. Von dieser Flexibilität und Einfachheit der Kameraintegration profitiert auch Zoller+Fröhlich: „Wir sind mit der uEye sehr zufrieden – sie ist kompakt und leicht integrierbar“, fasst Thomas Abmayr die Erfahrungen bei der Entwicklung des Scanner-Systems zusammen.

Kontakt:

IDS Imaging Development Systems GmbH
 Dimbacher Strasse 6-8
 D-74182 Obersulm
 info@ids-imaging.de
 www.ids-imaging.de