

Low-cost 3D-Laserscanner zur Pflanzenvermessung in der Phytomedizin - ein Werkstattbericht über den an der Universität Rostock entwickelten Scanstand mit den Komponenten des DAVID-Laserscanner-Systems

Frank Niemeyer, Matthias Naumann, Tobias Nofz, Ralf Bill

Professur für Geodäsie und Geoinformatik
Universität Rostock
Justus-von-Liebig Weg 6
18059 Rostock
frank.niemeyer@uni-rostock.de
matthias.naumann@uni-rostock.de
tobias.nofz@uni-rostock.de
ralf.bill@uni-rostock.de

Abstract: An der Professur für Geodäsie und Geoinformatik der Universität Rostock wird unter anderem an der Erfassung von 3D-Oberflächen mit Hilfe von kostengünstigen, berührungsfreien low-cost-Systemen geforscht. Im Fokus stehen dabei Objekte in der Größenordnung zwischen wenigen Zentimetern bis 3 Dezimetern. Eingesetzt wird dabei das DAVID-Laser-Scanner System [Win06], das nach dem Lichtschnittprinzip funktioniert und im Wesentlichen aus einem Linienlasermodul, einer Web-Cam, einem Kalibrierhintergrund und der Scansoftware von DAVID besteht. Um die Qualität einzelner Scans zu erhöhen, wurde eine abdunkelbare Umgebung in Form eines Kastens entwickelt, der die DAVID-Komponenten aufnimmt und über Servomotoren automatisch scannen kann.

Erste Scans an Pflanzen wurden in einer Bachelorarbeit [Nofz10] unter der Prämisse der Machbarkeit und der Abbildungsgenauigkeit vorgenommen. Dabei wurde auf Erfahrungen zurückgegriffen, die bereits beim Scannen archäologischer Objekte gesammelt wurden. Untersucht werden sollte, in wie weit sich der Scanner für Teilbereiche der Phytomedizin eignet. Anhand von 3D-Modellen von Pflanzen sollen Erkenntnisse über deren Wachstum und Entwicklung erhalten werden, indem man verschiedene 3D-Abbildungen einer Pflanze unterschiedlicher Epochen vergleicht.

1 Einleitung

Die dreidimensionale Erfassung von Objekten spielt in der Vermessung eine wichtige Rolle. Als Beispiel seien hier die Fassadenaufmasse für 3D-Stadtmodelle, Aufmasse von Innenräumen inklusive sehr vieler Teilobjekte und die Objektvermessung im Maschinenbau genannt. An der Professur für Geodäsie und Geoinformatik der Universität Rostock wird zur Erfassung von 3D-Oberflächen unter anderem das kostengünstige low-cost-Scan-System von DAVID genutzt. Hiermit ist man in der Lage, kleinere Objekte bis ca. 3 Dezimeter Größe auf einfache Art und Weise zu scannen. Die Komponenten des Systems erlauben ein relativ flexibles Scannen von Oberflächen indem man mit der Laserlinie des Lasermoduls das Objekt vor dem Kalibrierhintergrund per Hand überstreicht und dieses Überstreichen per Web-Cam-Video auswertet. Dieses Paper soll über den derzeitigen Entwicklungsstand dieses Scanners besonders im Hinblick auf Pflanzenscans Aufschluss geben.

2 Messstand

In einer Voruntersuchung [Nie10] wurden Einflussfaktoren auf die Genauigkeit des Scan-Systems ermittelt und mit Hilfe eines an der Professur entwickelten Messstands größtenteils ausgeschaltet. In Abbildung 1 sieht man das Lasermodul an einem Schwenkarm per Servomotor sowohl verschiebbar als auch drehbar befestigt. Der Schwenkarm kann zudem per Servomotor um ca. 80° verschwenkt werden. Das Lasermodul ist somit in jede gewünschte Lage innerhalb des Messstands verschiebbar. Die Kamera und der Kalibrierhintergrund sind für eine stabile Aufnahmeszenarie statisch montiert. Für verschiedene Scanobjekte lassen sich die Komponenten manuell lösen und individuell verschieben. Das Objekt selbst steht auf einem per Motor drehbar gelagertem Teller. Nach jedem Teilschan kann das Objekt um einen gewünschten Winkel weiter gedreht werden. Der Mikrocomputer (NXT-Stein) von Lego Mindstorms steuert



Abbildung 1: Messstand

die Servomotoren. Es ist möglich, einzelne Abläufe in verschiedenen Geschwindigkeiten zu programmieren und zu wiederholen. Die Lampe leuchtet das Objekt für die Aufnahme der Textur aus. Die Videobilder der Kamera werden über ein USB-Kabel auf einem Laptop zur Verfügung gestellt. Während des Scans werden die Koordinaten der projizierten Laserlinie sofort berechnet und angezeigt. Für die Erzeugung komplexer 3D-Modelle sind mehrere Scans notwendig, die zunächst relativ zueinander registriert und anschließend zu kompletten 3D-Objekten verschmolzen werden. Niemann [Niem10] gibt in seiner Bachelorarbeit einen Genauigkeitsbereich für das Scannen einer Ebene von 0.38 mm an. [Nofz10] schätzt die Genauigkeit bei Pflanzenscans auf ein bis zwei Millimeter.

3 Pflanzenscans

Die ausgewählten Objekte sollen darüber Aufschluss geben, wie groß Pflanzenbestandteile mindestens sein müssen, um vom David-System noch erfasst zu werden und inwiefern das Scannen komplexer Pflanzenstrukturen möglich ist. Dafür wurden ein Hahnenfußgewächs und Süßgräser gescannt.

3.1 Das Hahnenfußgewächs

Durch die einfache Struktur ließ sich das Hahnenfußgewächs relativ gut scannen. Die Blattstruktur ist deutlich erkennbar, im Bereich der Äste gibt es noch einige strukturelle Lücken. Artefaktbildungen sind zu erkennen. Die an den Ästen befindlichen Härchen, die einige Millimeter groß und einen Durchmesser unter dem Millimeterbereich aufweisen, lassen sich nicht mehr darstellen.

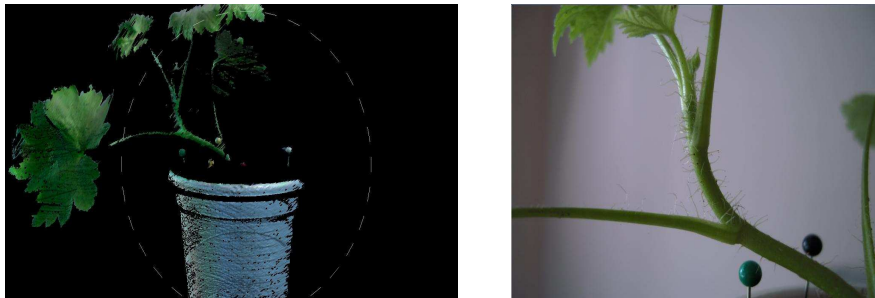


Abb. 2: 3D-Modell und Nahaufnahme des Hahnenfußgewächses

3.2 Die Süßgräser

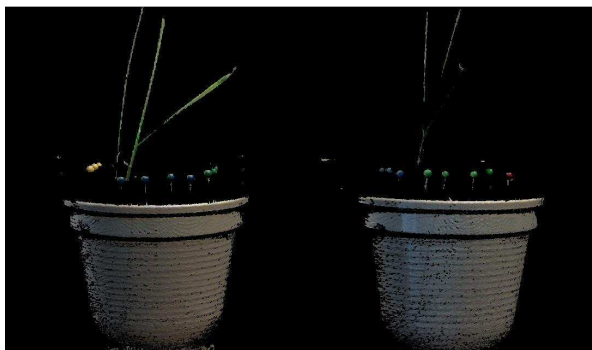


Abb. 3: Süßgräserscans: links flache Seite, rechts dünne Seite

Wird bei den Süßgräsern die flache Seite mit einem Durchmesser von ein bis zwei Millimetern getroffen, sind lückenlose Scans möglich (Abb. 3, links). Kommt es jedoch zum Scan der dünnen Seiten mit einer Breite kleiner einem Millimeter, reicht die Reflexion der Laserlinie nicht aus, um einen lückenlosen Halm darzustellen (Abb. 3, rechts).

4 Stärken und Schwächen des Scanners

Betrachtet man die bisherige Entwicklung des Scanstandes ist positiv zu bewerten, dass die anfänglich sehr zeitintensiven Scans (ca. 20 min pro Einzelscan), die durch die Translationsbewegung des Lasermoduls entlang des Schwenkarms entstanden, nun durch Rotationsbewegungen bis auf 1-2 Minuten pro Einzelscan herabgesetzt werden konnten. Ein rotes Lasermodul (650nm), das im Lieferumfang des DAVID-Scanners enthalten ist, wurde nachträglich durch einen grünen Laser (532nm) ersetzt. Damit ist es möglich, vor allem Pflanzen besser zu scannen, da das rote Laserlicht von den meisten Pflanzenteilen absorbiert wird. Einzelne Scans sind bereits so gut, dass Blattstrukturen erkannt werden konnten (siehe Hahnenfußgewächs). Schwierig gestaltet sich hingegen noch die Verknüpfung verschiedener Einzelscans zu einer 360°-Abbildung. Gerade bei Gräsern und sehr schmalblättrigen Pflanzen fehlen in der Regel die Verknüpfungspunkte an den schmalen Seiten. Zudem kann mit dem Scanstand noch nicht ausgeschlossen werden, dass Pflanzen beim Weiterdrehen ihre ursprüngliche Haltung beibehalten. Um bei der 3D-Rekonstruktion der Pflanze nicht auf Pflanzenteile angewiesen zu sein, wurden zusätzlich künstliche Verknüpfungspunkte erstellt, die rund um die Pflanze gesetzt wurden. Sie erleichtern das Zueinanderorientieren der Einzelscans.

Fazit

Unter bestimmten Konditionen sind durchaus brauchbare 3D-Scans möglich. Die Blätter des Hahnenfußgewächses lassen beispielsweise klare Strukturen erkennen. Die derzeitige Genauigkeitsgrenze des Messstandes liegt im Bereich von ein bis zwei Millimetern. Dabei ist die Ursache in der Breite der Laserlinie und in der Auflösung der Kamera zu suchen. Kleinere Bestandteile sind nicht mehr lückenlos scanbar oder werden unter Umständen gar nicht mehr wahrgenommen. Bei komplexeren Pflanzenstrukturen, wie z.B. einem Kaktus sind brauchbare Scans kaum möglich. Durch Überlagerungen von Pflanzenteilen kommt es zu starker Artefaktbildung. Der derzeitige Entwicklungsstand eignet sich für Aufnahmen einfacher Pflanzenstrukturen ab einer Mindestgröße von ein bis zwei Millimetern.

Literaturverzeichnis

- [Nofz10] Nofz, T.: Machbarkeit und Qualitätsuntersuchung des low-cost 3D-Laserscanner Systems von David zusammen mit dem an der Uni Rostock entwickelten Scanstand für Teilbereiche der Phytomedizin. Universität Rostock, 2010. nicht verlegt
- [Niem10] Niemann, C.: Erprobung und Genauigkeitsanalyse eines Messstandes zum 3D-Laserscanning mit dem System DAVID. Universität Rostock, 2010. nicht verlegt
- [Nie10] Niemeyer, F.; Naumann, M.; Grenzdörffer, G.: Geodaten auf Knopfdruck. In: Von Handaufmaß bis High Tech III, 3D in der historischen Bauforschung. Cottbus 2010 (in Druck)
- [Win06] Winkelbach, S., Molkenstruck, S., Wahl F. M. (2006): Low-Cost Laser Range Scanner and Fast Surface Registration Approach. In: Franke, k. u.a. (Hrsg.): DAGM 2006, LNCS 4174, Springer, Berlin Heidelberg, S.718-728