

Protokoll PS 3D Laserscanning

Von Dominik Knabe, 01620879

Projektbeschreibung

Ziel der Lehrveranstaltung ist es die Funktionsweise, Geräte und Postprozessierung im Gebiet des terrestrischen Laserscannings kennenzulernen und zu vertiefen. Nach zwei Theorieeinheiten wurde am 16.06.2023 in einem Team von vier Personen (Gruppe C) der Maria-Theresien-Platz (Abbildung 1) vermessen. Der verwendete Laserscanner ist der VZ-600i der Firma Riegl (Abbildung 2), der pro Scan-Position 30.000.000 Punkte innerhalb von 30 Sek. registriert. Für die Vermessung des gesamten Untersuchungsgebiets wurden Punktwolken in 148 Scan-Positionen (Abbildung 3) aufgenommen. Zwischen jeder Scan-Position wurde ein Abstand von 10 Schritten eingehalten. Die gesamte Arbeit im Feld dauerte 3 h (13:00-16:00). Im Anschluss war eine weitere Stunde nötig um die Daten von dem Scanner auf den USB-Stick zu laden (Datenmenge: 108 GB).

Im Folgenden wird die Auswertung der Daten erklärt und meine persönlichen Erkenntnisse und Ergebnisse erläutert.



Abbildung 1: Foto des Maria-Theresien-Platzes und der umliegenden Museen



Abbildung 2: Riegl VZ-600i

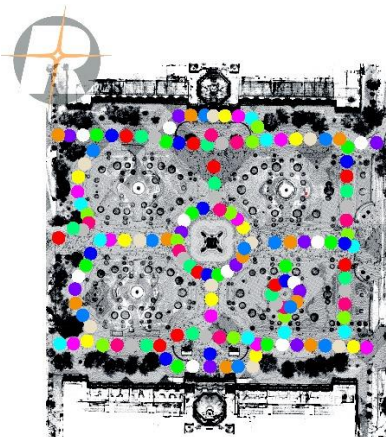


Abbildung 3: Scan-Positionen (Gruppe C)

Datenimport

Für das Postprocessing wird die Software „RiSCAN PRO“ der Firma Riegl verwendet. Im ersten Schritt wird das Projekt in die Software importiert, was bereits 40 min in Anspruch nimmt. In „Task 2“ werden die Scans gefiltert:

- **Minimale Reflectance** = -20 dB

Die Reflectance eines Punktes hängt von der Oberflächenbeschaffenheit des gescannten Punktes ab und der geometrischen Eigenschaften der Aufnahmesituation. Eine perfekt reflektierende Oberfläche weist eine Reflectance von 0 dB auf. Diese Eigenschaft ist vergleichbar mit dem Verhalten von weißen/schwarzen Oberflächen bei sichtbarem Licht. Ein großer Unterschied liegt darin, dass der Laserscanner mit der Wellenlänge des NIR misst. Dies hat zur Folge, dass Wasser

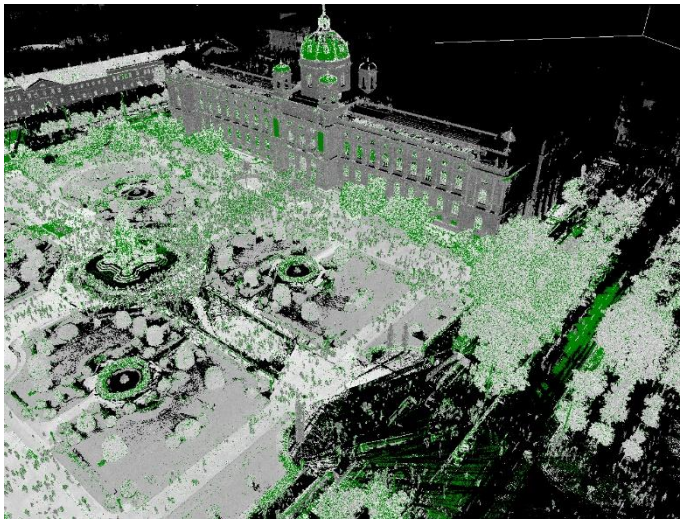


Abbildung 4: Reflectance in Grayscale Darstellung. Punkte mit einer Refelctance von weniger als -10 dB sind grün.

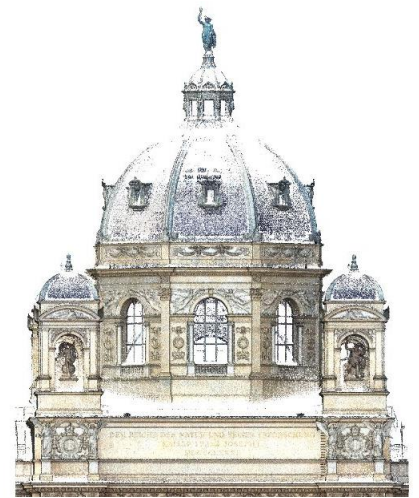


Abbildung 5: Lückenhafte Darstellung der Dachflächen, auf Grund von zu flachem Aufnahmewinkel

eine sehr schlechte Reflectance hat, da es Strahlung im NIR absorbiert. Durch diese Filterung wird gewährleistet, dass ein sauberes Ergebnis entsteht, in dem keine Punkte enthalten sind, die nur eine geringe Intensität im zurückgestreuten Signal aufweisen. Weitere Beispiele sind in Abbildung 4 zu sehen. Beispielsweise ist das reflektierte Signal bei schiefenden Winkeln sehr gering (siehe Abbildung 4 & 5). Bei Vegetation wird der Laserimpuls von mehreren Blättern reflektiert, da ein Teil des Footprints an dem ersten getroffenen Blatt reflektiert wird, während der andere Teil tiefer in die Vegetation eindringt und später von weiteren Blättern/Ästen reflektiert wird. Auch Fenster haben teilweise eine geringe Reflectance. Das kann einerseits daran liegen, dass ein großer Teil der Strahlung durch das Fenster hindurchgeht und der Impuls damit gedämpft wird. Andererseits kann es zu einer Spiegelung des Laserstrahls kommen, sodass ein großer Teil des Impulses nicht zum Laserscanner reflektiert wird.

- **Points with deviation above: 10**

Hiermit werden jene Punkte herausgefiltert, welche keine „schöne“ Pulsform aufweisen (Glockenkurve). „Schöne“ Pulse sind jene Signale, die nur von einem Objekt zurückgestreut werden. Wird ein Signal durch mehrere Ziele reflektiert, so weist das Profil des reflektierten Signals mehrere „Peaks“ auf.

In Task 3 „**Register Scan Positions**“ werden jene Positionen nachträglich registriert, welche nicht bereits im Feld direkt durch den Scanner registriert werden konnten. Registrierung bedeutet die jeweiligen lokalen Koordinatensysteme der einzelnen Scan-Positionen in das übergeordnete Koordinatensystem zu transformieren. Bei diesem Prozess wird sukzessiv eine Scan-Position nach der anderen referenziert, sodass diese mit möglichst geringen Abweichungen zueinander im übergeordneten Koordinatensystem liegen. Eine weitere Methode der Transformation des Projektes in das übergeordnete Koordinatensystem ist das „Multi Station Adjustment“. Hier werden alle zuvor referenzierten Scanpositionen im Gesamten so verschoben und transformiert, dass die Abweichungen und Fehler zu tachymetrisch bestimmten Tie-Points minimal sind. Durch die Platzierung von Reflektoren auf den Tie-Points und der anschließenden Durchführung eines Scans, werden die Tie-Points automatisch vom Laserscanner erkannt (Abbildung 6). Es ist darauf zu achten, dass andere retroreflektierenden Oberflächen (Katzenaugen, Verkehrsschilder, etc.) nicht irrtümlich als Tie-Points herangezogen werden und der tatsächliche Punkt bestätigt wird. Mit dem „Multi Station Adjustment“ lassen sich mehrere Laserscanning Projekte miteinander verknüpfen (z.B. Aufnahme der Fassade (Projekt 1) und Aufnahme des Daches (Projekt 2)).

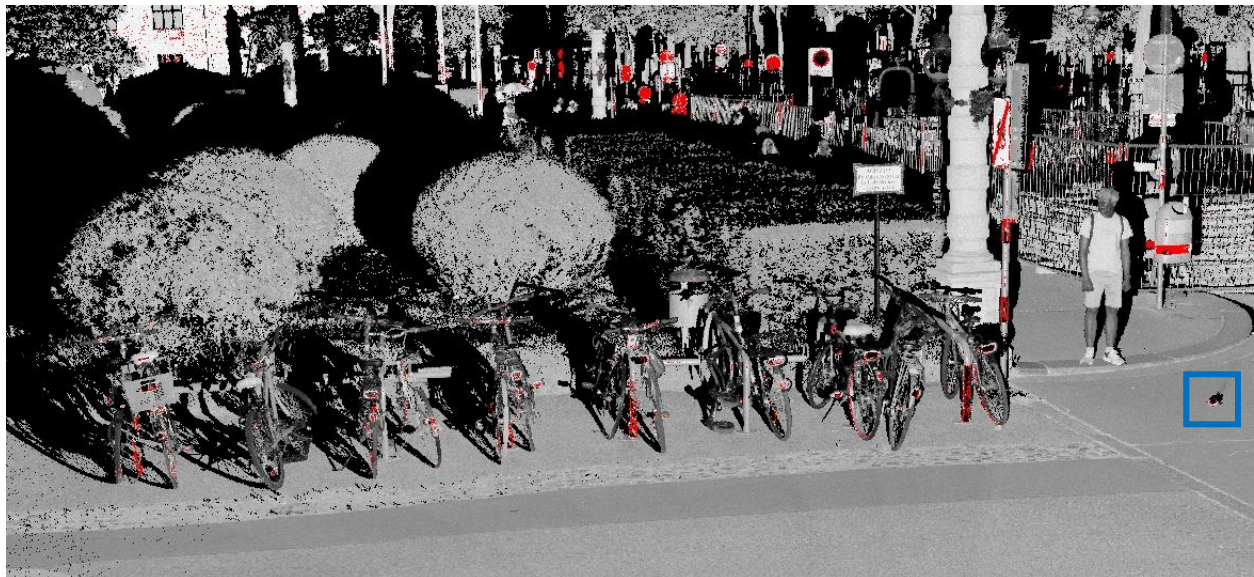


Abbildung 6: Vom Scanner erkannte mögliche Tie-Points (rot) & tatsächlicher Reflektor (blau umrandet)

Ergebnisse

Zentral- vs. Parallelprojektion

Abbildung 7 zeigt eine Gegenüberstellung der beiden Projektionsarten. Je nach Anwendung sollte die Wahl der Projektion korrekt gewählt werden. Für eine ansprechende Darstellung eignet sich die Wahl der

Zentralprojektion, da auch auf diese Weise das menschliche Auge Bilder wahrnimmt. Der große Nachteil dieser Projektion ist die Verzerrung von Distanzen und Winkeln. Für den Fall, dass aus dem Ergebnis des Laserscannings Pläne erstellt oder Geometrien dokumentiert werden sollen ist die Parallelprojektion geeignet.



Abbildung 7: Zentralperspektive (links), Parallelperspektive (rechts)

Durch die Selektion einzelner Szenen aus der gesamten Punktwolke lassen sich eindrucksvolle und aussagekräftige Projektionen, Darstellungen oder Schnitte kreieren. Abbildung 8 zeigt die Frontansicht des Naturhistorischen Museums in Wien in Parallelprojektion (Strecken- und Winkeltreue). Anhand dieser Darstellung kann ich mir gut vorstellen, dass 3D-Laserscanning eine entscheidende Rolle in der Dokumentation von Baufortschritten oder in der Erstellung von Plänen für die Bestandsaufnahme spielt.



Abbildung 8: Frontansicht des Naturhistorisches Museums
Wien (Parallelprojektion)

Farbdarstellung

Über die im Laserscanner integrierte Fotokamera kann jedem Punkt ein Farbwert zugewiesen werden um eine fotorealistische Darstellung zu erhalten (Abbildung 9).

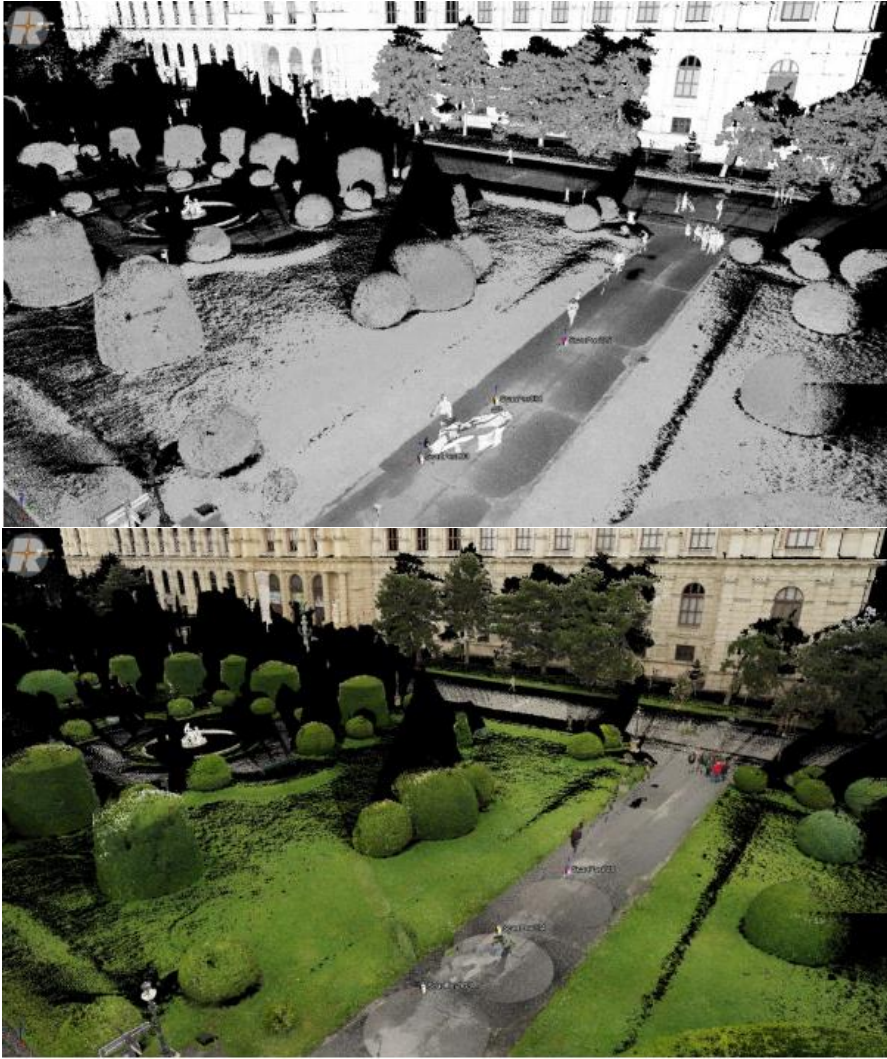


Abbildung 9: Reine Punktwolke (oben) und eingefärbte Punktwolke (unten)
*Diese Abbildungen sind von Kollege Klaus Gober

Octree Point Cloud

Abbildung 10 zeigt eine Detailaufnahme der Museumsfassade mit Ornamenten in Form einer Octree Point Cloud. Aus den Punktwolken aller Scan-Positionen wird eine neue Punktwolke mit vorgegebenem Punktabstand (in diesem Fall 1 cm) erstellt. Weiterhin wird für jeden Punkt ein Normalvektor berechnet, der eine flächenmäßige Darstellung mit Schattierung erlaubt. Somit können Formen realitätsnah dargestellt werden.



Abbildung 10: Flächenhafte Darstellung mit Octree-Point Cloud

X-Ray View

Die X-Ray View erlaubt es die Punktwolke semitransparent darzustellen. Damit lassen sich Umrisse von Objekten gut darstellen, um beispielsweise Grundrisspläne zu erstellen (vergleiche Abbildung 11 & 12).

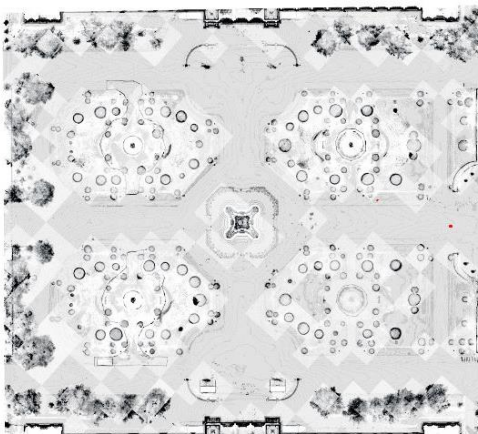


Abbildung 11: Top-Down X-Ray View des Parks

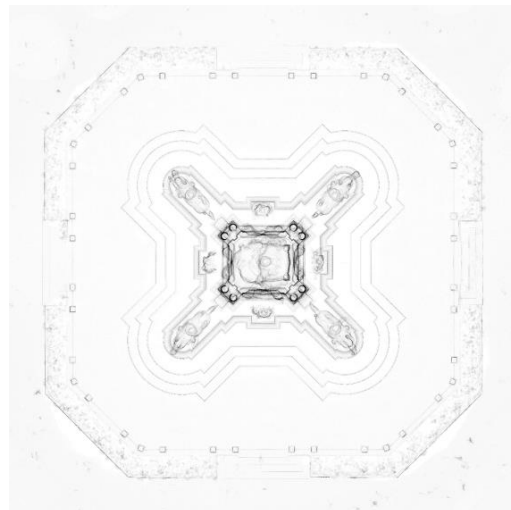


Abbildung 12: Top-Down X-Ray View der Maria-Theresien-Statue

Eliminierung beweglicher Objekte

Die Software unterteilt den gesamten Raum in Voxels (räumliche Subeinheiten). Durch den Vergleich gleicher Voxels aus unterschiedlichen Scans kann die Software analysieren, ob ein Objekt in jedem Voxel der verschiedenen Scanner Standorte vorkommt oder nicht. Bewegliche Objekte können damit identifiziert werden und durch die Software aus der Point Cloud entfernt werden (vergleiche Abbildung 13).



Abbildung 13: Bewegliche Objekte (Menschen) vor (links) und nach Eliminierung (rechts) durch die Software
**Diese Abbildungen sind von Kollege Klaus Gober*

Denkmal-Aufnahme

Abbildung 14 zeigt die Aufnahme der Europastatue in X-Ray View (semitransparente Darstellung). Das terrestrische Laserscanning bietet eine einfache und detailgetreue Möglichkeit zur Konservierung und Dokumentation von kleinskaligen Objekten wie Denkmäler oder Statuen. Weiterhin findet diese Technik Anwendung zur Dokumentation in der Archäologie oder zur Unfallaufnahme im Polizeiwesen.



Abbildung 14: Europastatue

Verpixelung von Gesichtern

Im Rahmen des Datenschutzes werden Gesichter, welche von der integrierten Fotokamera aufgenommen werden, direkt von der Scanner Software erkannt und verpixelt (vergleiche Plakat in Abbildung 15). Weiterhin erstaunlich finde ich die gute Darstellung des Bauzaunes, trotz der geringen Fläche der Streben.



Abbildung 15: Rohe Punktwolke (oben) und Foto der Szene mit verpixeltem Gesicht auf Werbeplakat (unten)

Fazit

Ob für die Dokumentation, Planung oder Bestandsaufnahme, das terrestrische 3D-Laserscanning kann in Bereichen wie Bauwesen, Denkmalschutz, Archäologie, Polizeiwesen etc. eine enorme Hilfe sein. Auf Grund der hohen geometrischen Auflösung, findet das Laserscanning nicht nur für große Objekte wie Gebäude oder Umgebungen, sondern auch für kleinere Objekte wie Brunnen, Statuen oder Ornamente Anwendung. In Kombination mit der integrierten Fotokamera können in kurzer Zeit qualitativ hochwertige fotorealistische Modelle erstellt werden. Für mich beeindruckend war es, wie anwenderfreundlich Geräte und Software sind. Man bedenke, dass unsere Gruppe aus vier Anfängern bestand, die zum ersten Mal ein solches Gerät bedienten. Innerhalb von drei Stunden konnte ein 3D-Modell des gesamten Platzes und der jeweiligen Frontfassaden des Naturhistorischen und Kunsthistorischen Museums gemacht werden, welches im Post Processing zur Erstellung von Ansichten, Plänen und sogar Animationen verwendet werden kann. Eine weitere Erkenntnis dieser Lehrveranstaltung ist, dass ein großer Teil der Zeit für den Transfer, Import und Prozessierung der Daten in Anspruch nimmt.