

POINTLY

DIE AUTOMATISIERTE GENERIERUNG VON CAD-MODELLEN AUS 3D-HIGHWAY-SCANS

Moderne KI-Technologien entwickeln sich schnell. In letzter Zeit gab es viele Fortschritte auf dem Gebiet des Deep Learning auf 3D-Punktwolken. In vielen Branchen ergeben sich dadurch neue nutzbringende Möglichkeiten - eine davon ist der Straßen- und Autobahnsektor. Dieser Use Case beschreibt ein Folgeprojekt der "Automatisierten Beschriftung von Punktwolken aus Autobahnskans" mit der Bayerischen Staatsbauverwaltung, die regelmäßig LiDAR-Vermessungen des bayerischen Straßennetzes durchführt. Dies dient dem Prozess der Planung, des Baus und des Betriebs der Straßeninfrastruktur.

PROJEKTZIEL

Aufgaben der Verarbeitung und Informationsextraktion dieser LiDAR-Vermessungen erfordern in der Regel viel Arbeitsaufwand und teure Infrastruktur, um die großen Datenmengen zu verarbeiten. Eine der zeitaufwändigsten Aufgaben ist die Generierung von CAD-Modellen für Bordsteine, Fahrbahnmarkierungen und viele andere Strukturelemente aus den Laserscans.

Das Ziel unseres Projekts war es, die Generierung von CAD-Modellen aus Punktwolken mit Hilfe von Deep Learning zu automatisieren.

GENUTZTE DATEN

Für diese Aufgabe wurden von der Cloud-Vermessung + Planung GmbH hochauflösende mobile Mapping-LiDAR-Scans von zwei deutschen Autobahnen und manuell erstellte CAD-Modelle inklusive 3D-Polylinien zur Verfügung gestellt. Bei dem verwendeten Fahrzeug handelt es sich um einen konventionellen MB der V-Klasse. Als Messgerät diente der Trimble MX9 mit eingebauten Riegl-Scannern. Alle erfassten Daten wurden anschließend in AutoDesk Civil 3D importiert und zu einem 3D-Vektormodell zusammengeführt.

HERAUSFORDERUNGEN

Die größte Herausforderung bestand in den Objektklassen, die sich aus dem semantischen Kontext ergeben. In einer gängigen CAD-Abbildung werden Objekte auf unterschiedliche Weise dargestellt und durch menschliches Vorwissen angereichert. Zum Beispiel wird die Fahrbahn durch äußere Linien markiert. Basierend auf dem Wissen des Betrachters über die Beziehung zwischen Fahrbahn und Fahrbahnmarkierungen wird zwischen linker, mittlerer und rechter Fahrspur unterschieden. Solche Unterscheidungen, die sich nur aus dem Kontext der verschiedenen Objekte ergeben, können einem neuronalen Netz nicht direkt beigebracht werden.

Außerdem funktionieren CAD-Annotationen nicht direkt als Trainingsdaten. Das neuronale Netz ist eine Abbildungsfunktion, die jeden Datenpunkt aus der Eingangsverteilung in einen N-dimensionalen Raum projiziert, wobei N die Anzahl der zu erkennenden Klassen ist. Jedem Laserscanpunkt wird eine Objektklasse zugewiesen. Das neuronale Netz kann jedoch nicht erkennen, welche Punkte eine CAD-relevante Linie bilden. Im Bild rechts sind die für ein CAD-Modell relevanten Linien sichtbar.

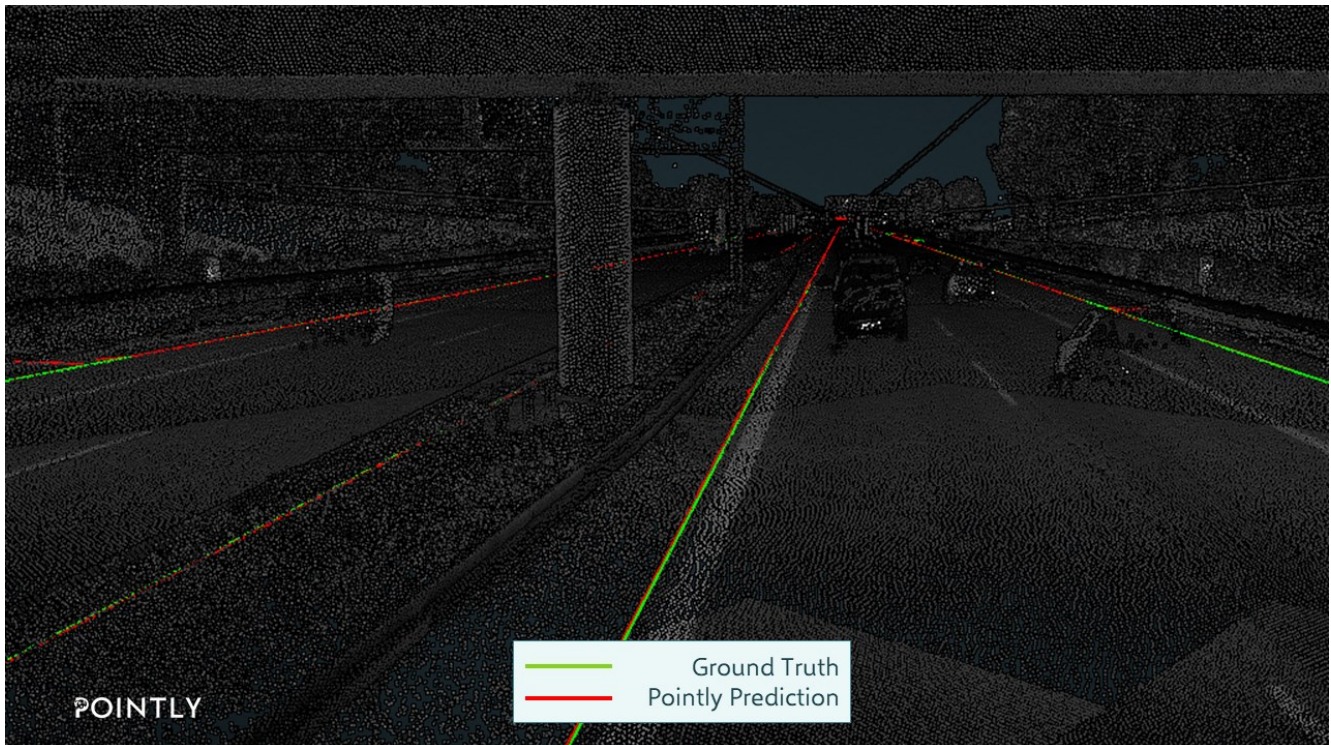


CAD-Linien eines Autobahnabschnitts erstellt durch Cloud-Vermessung + Planung GmbH



ANGEWANDTE METHODEN (UMSETZUNG)

Zu Beginn mussten die bereitgestellten, manuell erstellten CAD-Konturen vorverarbeitet werden, damit das neuronale Netz sie als Trainingsdaten erkennen konnte. Mithilfe unseres hauseigenen, vortrainierten neuronalen 3D-Netzwerks haben wir das Modell so abgestimmt, dass es die gewünschten Straßenumrisse aus LiDAR-Autobahnschans erkennt. Das trainierte KI-Modell war in der Lage, Straßenumrisse zu erkennen und CAD-Modelle in ungesehenen Highway-Scans mit einer Genauigkeit von weniger als einem Zentimeter zu erzeugen.



Die gesamte Trainings- und Inferenzpipeline wurde in einer Microsoft Azure Cloud-Umgebung modelliert. Die Pipeline ist komplett modular aufgebaut und kann durch Hinzufügen weiterer Worker skaliert werden. So kann bei anstehenden Autobahnvermessungen die Verarbeitung von hunderten von Autobahnkilometern parallel erreicht werden.

PROJEKTERGEBNIS

Unser trainiertes neuronales 3D-Netzwerk kann nun automatisch Straßenumrisse erkennen und CAD-Modelle aus Autobahnschans mit Sub-Zentimeter-Genauigkeit erzeugen. Wie in den Screenshots zu sehen ist, werden die Ground Truth und die Vorhersage mit nur minimalen Abweichungen präzise überlagert. Bei den geringen Abweichungen kann es sich auch um menschliche Fehler in der Ground Truth handeln. Die Beschleunigung und Kostenersparnis im Vergleich zum manuellen Prozess ist für die Bayerische Staatsbauverwaltung enorm und minimiert gleichzeitig menschliche Fehler im Prozess. Auf diese Weise kann die zukünftige Verarbeitung von Vermessungen auf der Autobahn mit minimalem manuellem Aufwand und Zeitaufwand automatisch erfolgen, was eine präzisere und effizientere Planung, Konstruktion und Instandhaltung der Straßeninfrastruktur ermöglicht. Im Moment können wir die Verarbeitung und die Erstellung des CAD-Modells manuell auslösen. Für die Zukunft arbeiten wir an einer direkten Bereitstellung dieser Modelle auf der Pointly-Plattform. Auf diese Weise wären die Modelle für alle Benutzer verfügbar und könnten bei Bedarf auf ihre Scans angewendet werden.

