

„Large-Scale 3-D Urban Mapping by Fusing InSAR and Optical Data“

Zusammenfassung

Urbanisierung ist neben dem Klimawandel einer der Megatrends des globalen Wandels. Die Vereinten Nationen fordern in ihrem Nachhaltigkeitsziel 11 „Sustainable Cities and Communities“ – die dafür benötigten Daten jedoch sind in vielen Ländern nicht vorhanden, v.a. in den sich rapide entwickelnden Regionen Asiens, Afrikas und Südamerikas. Oft kennen Behörden nicht einmal die Bevölkerungszahlen der informellen Siedlungen und Slums in ihren Städten, geschweige denn, dass diese Informationen frei für Forschung und NGOs zur Verfügung stünden. Deshalb ist die Stadtkartierung mit Satelliten gestützter Fernerkundung ein hochaktuelles Forschungsthema geworden. Nur vom Weltraum aus ist die konsistente und objektive globale Stadtkartierung über alle Ländergrenzen hinweg möglich. Dem stehen aber technologische Herausforderungen entgegen, v.a. müssen die benötigten Satellitendaten global verfügbar und kostenlos, oder zumindest relativ günstig zu erwerben, sein. Das bedeutet, dass hochaufgelöste Bilddaten als Quelle ausscheiden. Auch müssen die Auswertelgorithmen stark rechenzeitoptimiert sein, wenn alle Städte der Welt kartiert werden sollen.

Ziel der Arbeit ist es, trotz der genannten widrigen technologischen und ökonomischen Grundbedingungen Verfahren zu entwickeln, die es erlauben, 3D-Modelle des sog. „Level of Detail 1“ (LOD-1) der Gebäude, bzw. Gebäudekomplexe, aller Städte zu erzeugen. LOD-1 bedeutet, dass nur der Gebäudeumriss und die Höhe des Bauwerks bekannt sind. Dies genügt aber, um Fläche und Stockwerkzahl zu ermitteln und damit – zusammen mit Zensus-Daten – auch die Bewohnerzahl abzuschätzen.

Um Gebäudehöhen zu ermitteln, wurden Aufnahmen der deutschen Radar-Satelliten-Konstellation „TanDEM-X“ genutzt. Eigentlich wären diese Art von Daten dafür kaum geeignet, es sind aber die einzigen Radardaten, die weltweit und kostenlos zur Verfügung stehen. Es mussten spezielle Algorithmen der sog. SAR-Tomographie entwickelt und für High Performance Computing (HPC) optimiert werden, um dies doch zu ermöglichen. Die Ergebnisse wurden auch mit hochgenauen Lidar-Messungen an 30.000 Gebäuden erfolgreich validiert.

Die Gebäudeumrisse wurden aus Daten der CubeSat-Flotte der Firma Planet Labs abgeleitet. Das sind neuartige Satelliten, die nur $10 \times 10 \times 30$ cm³ groß sind, dafür aber die Erde täglich vollständig abbilden. Auflösung und Bildqualität sind durch die technologischen Bedingungen natürlich begrenzt. Trotzdem gelingt es mit Verfahren der künstlichen Intelligenz, dem sog. Deep Learning, daraus Gebäudeumrisse zu extrahieren. Schließlich werden diese Umrisse mit den Gebäudehöhen zu LOD-1 Gebäudemodellen fusioniert.

Die Arbeit nutzt modernste Algorithmen und Datenfusion, sowie die Kombination von Expertise in verschiedenen Fachgebieten, wie maschinelles Lernen, Radar-Tomographie und HPC. So konnte ein Geoinformationsprodukt geschaffen werden, das man auf Basis der zur Verfügung stehenden Satellitendaten in dieser Qualität nicht erwartet hätte. Die entwickelten Algorithmen werden aktuell zur globalen 3D-Stadtkartierung eingesetzt, die Ergebnisse werden jedem frei zur Verfügung gestellt.