

Aus der Professur für Geodäsie und Geoinformatik
der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät

Zusammenfassung der Dissertation

Geodatenbasierte Lokalisierung für Outdoor Augmented Reality

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)

an der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Rostock

vorgelegt von
M.Sc. Simon BurkardBerlin

Verteidigung am 27. März 2023

Die Technologie der Augmented Reality (AR) ermöglicht neue Arten der Visualisierung, indem virtuelle Informationen positionsgetreu in der Kameraansicht der realen Umgebung auf mobilen Endgeräten eingeblendet werden. Auch Vor-Ort-Visualisierungen im Freien können damit einfacher und verständlicher gestaltet werden, z.B. im Kontext von Bauplanungen durch eine Darstellung von geplanten Bauwerken im realen Landschaftsbild. Eine große Herausforderung bei der AR-Visualisierung von Geodaten (GeoAR) besteht in der präzisen globalen Lokalisierung (Registrierung) des AR-Systems, d.h. bei der Bestimmung von Position und Orientierung (Pose) des Endgeräts in Bezug auf ein geografisches Referenzsystem. Die Genauigkeit der üblicherweise in mobilen Geräten integrierten Sensoren zur Bestimmung der globalen Geräte-Pose ist für realitätsnahe Visualisierungen meist nicht ausreichend und die Nutzung alternativer Registrierungsmethoden daher notwendig.

In dieser Arbeit wird ein flexibles manuelles Registrierungsverfahren für Outdoor AR-Anwendungen vorgestellt, welches existierende 3D-Geodatenmodelle (Oberflächenmodelle, Geländemodelle und Stadtmodelle) als virtuelle Repräsentation der Außenumgebung in der AR-Umgebung visualisiert. Durch Interaktion der Nutzer:innen ist anschließend ein Angleichen der virtuellen Umgebung an die reale Welt und somit eine globale Registrierung des AR-Systems möglich.

Die Arbeit diskutiert zunächst die besonderen Herausforderungen der Technologie bei der AR-Visualisierung von Geodaten und präsentiert die Stärken und Schwächen existierender Arbeiten im Bereich der AR-Registrierung. Anschließend werden die Hauptkomponenten der entwickelten Methode präsentiert. Dazu zählen insbesondere eine Geodatenverarbeitungskette zur Umwandlung der eingesetzten Geodaten in geeignete AR-fähige Formate sowie die technische und mathematische Beschreibung der entwickelten Methode. Im Rahmen einer praxisnahen Evaluation werden schließlich die Genauigkeit und Bedienbarkeit sowie das Anwendungspotenzial des Verfahrens diskutiert und Handlungsempfehlungen für einen idealen Praxiseinsatz vorgeschlagen. Der Praxiseinsatz verdeutlicht, dass das manuelle Registrierungsverfahren gut dazu geeignet ist, die globale Pose eines mobiles AR-System in unterschiedlichen Umgebungen auf einfache und intuitive Art und Weise zu bestimmen, so dass Outdoor AR-Szenarien mit hohem Realitätsgrad realisiert werden können.

Augmented reality (AR) is a technology that enables new types of visualization by superimposing virtual information in the camera view of the real environment on mobile devices. On-site outdoor visualizations can thus be made simpler and more comprehensible, e.g. in the context of construction planning by realistically representing planned structures in the real landscape.

A major challenge in AR visualizations of geospatial data (GeoAR) is the precise global localization (registration) of the AR system, i.e., determining the position and orientation (pose) of the end device with respect to a geographic reference system. The accuracy of the localization sensors integrated in mobile devices is usually insufficient for realistic visualizations. The use of alternative registration methods is therefore necessary.

In this work, a flexible manual registration method for outdoor AR applications is presented. It visualizes existing 3D geospatial models (3D surface models, 3D terrain models, and 3D city models) as a virtual representation of the outdoor environment in the AR view. Through user interaction, an alignment of the virtual environment with the real world and thus a global registration of the AR system can be achieved in a fast and efficient way.

The work first discusses the particular challenges of the AR technology for visualizations of geospatial data and presents the strengths and weaknesses of existing research in the field of AR registration. Then, the main components of the developed method are outlined. These include a geospatial data processing pipeline for converting geospatial data into suitable AR-enabled formats, as well as the technical and mathematical description of the designed method. Finally, the accuracy and usability as well as the actual potential of the method are discussed in the context of an user-centered evaluation. Recommendations for an ideal use of application in practice are proposed eventually.

The field tests illustrate that the developed user-aided registration method is well suited to determine the global pose of a mobile AR system in different environments in a simple and intuitive way, thus enabling outdoor AR scenarios with a high degree of realism.