

Zusammenfassung der Dissertation

Im Internet-of-Things (IoT) vernetzen sich physische Dinge und teilen Daten mittels Internet-Technologien. Da Objekte und Ereignisse der realen Welt räumliche Eigenschaften aufweisen, besitzen ihre Handlungen, Beobachtungen und Zustände ebenfalls Geoinformationen. Ausgestattet mit Sensoren kann die reale Welt im Geospatial IoT durch diese vernetzten Dinge raumzeitlich hochaufgelöst erfasst, modelliert, visualisiert, aber auch gesteuert werden. Dabei ist das Geospatial IoT insbesondere durch die hohe Frequenz von Geodaten fundamental verschieden von konventionellen Geoinformationstechnologien. Daher wird dessen Integration als revolutionärer Wandel in der Geschichte von Geoinformationstechnologien angesehen. Jedoch bestehen noch zahlreiche Herausforderungen für dessen Umsetzung. Dazu zählt eine geeignete Architektur, um raumzeitliche Daten in Echtzeit effizient verteilen zu können.

Die Dissertation untersucht, wie eine Architektur für das Geospatial IoT mit effizienter Verteilung von raumzeitlichen Nachrichten konzeptioniert, umgesetzt und in Geoinformationstechnologien integriert werden kann. Basierend auf IoT-Kommunikationsmustern wird ein Konzept für eine ereignisgesteuerte Architektur entworfen. Dieses benutzt als Basisdatentyp GeoEvents, um Systeme über einen raumzeitlichen Verteilungsmechanismus zu verknüpfen. Ein GeoEvent ist ein 4-Tupel mit einem Namen, einer räumlichen und zeitlichen Komponente, sowie eines Nachrichtenrumpfes. Systeme können ihr Interesse in GeoEvents mittels einer GeoSubscription ausdrücken. Ein GeoEvent-Prozessor evaluiert die Metainformationen jedes GeoEvents gegen jede GeoSubscription und verteilt diese an abonnierte Systeme. Diese GeoEvent-getriebene Architektur ermöglicht die Verteilung von GeoEvents in Echtzeit an Konsumenten, sobald diese auftreten.

Zur Implementierung dieser Architektur wird das themenbasierte Publish/Subscribe Protokoll MQTT um GeoEvents und GeoSubscriptions erweitert. So können in GeoMQTT die konzipierten Mechanismen umzusetzen werden. Ein GeoMQTT Broker verteilt die GeoEvents basierend auf den in den GeoSubscriptions enthaltenen Filter-Möglichkeiten der raumzeitlichen Metainformationen. Daneben wird die Erweiterung GeoMQTT for Sensor Networks (GeoMQTT-SN) entwickelt, die auf geringe Nachrichtengrößen optimiert ist. Das GeoMQTT Protokoll wird in Hinblick auf mehrere Anforderungen für IoT Systeme evaluiert: Sowohl die Ausdrucksstärke der GeoEvents für die Modellierung als auch die Nachrichtengröße und die Effizienz der Filtermechanismen sowie die Skalierbarkeit erfüllen die gesetzten Anforderungen. Schließlich erfolgt die Integration von GeoMQTT in existierende Geoinformationstechnologien, z.B. ermöglicht ein Plug-in für QGIS Empfang und Visualisierung von GeoEvents in Echtzeit in einem Desktop GIS. Auch wird der Web Processing Service (WPS) um Ein- und Ausgabeformate für GeoEvents erweitert, sodass Prozesse auf raumzeitlichen Datenströmen ausgeführt werden können.