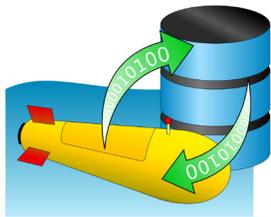


# GEODATENMANAGEMENT FÜR UNTERWASSERFAHRZEUGE



**Inspektions- und Forschungsarbeiten in Gewässern werden zunehmend durch Unterwasserfahrzeuge unterstützt. Die anfallenden Beobachtungen verfügen über eine zeitliche und räumliche Dimension und stellen Unterwasserfahrzeuge vor eine Reihe von Herausforderungen. Neben der Speicherung und Verwaltung heterogener Messdaten werden Lösungen zur Datenauswertung benötigt. Als Teil des EITAMS-Projekts erfolgt in diesem Teilprojekt die Entwicklung eines Datenmanagementsystems für autonome maritime Systeme.**

Sowohl für die Untersuchung von Gewässerböden als auch für die Suche nach Objekten oder Phänomenen unter Wasser erfolgt zunehmend der Einsatz von AUVs (Autonomous Underwater Vehicle). Dabei nimmt die Aufnahme, Verarbeitung und Bereitstellung von Sensormessdaten durch das Fahrzeug eine bedeutsame Rolle ein. Die erfassten Beobachtungen verfügen in der Regel über eine zeitliche und räumliche Dimension und stellen die ohnehin bereits leistungsbegrenzten Unterwasserfahrzeuge vor eine Reihe von Herausforderungen. Ihre kompakte Bauform und ihr limitiertes Gesamtgewicht schränken das Mitführen langanhaltender Energiequellen sowie die Unterbringung leistungsstarker Hardware stark ein. Somit existiert der Bedarf nach einem effizienten Datenmanagementsystem, das die Verarbeitung und Verwaltung von speicher- und rechenintensiven Geodaten erlaubt.

Herkömmliche Möglichkeiten zum drahtlosen Austausch von Daten basieren auf dem Übertragungsmedium Luft und ermöglichen hohe Datentransferraten. Der Einsatz von WLAN und vergleichbaren Übertragungstechniken ist unter Wasser nicht möglich. Alternativ stehen akustikbasierte Lösungen zur Verfügung, die eine Bruttodatendurchsatzrate von wenigen Kilobyte pro Sekunde ermöglichen. Ein zeitnaher Austausch von größeren Da-

tenmengen zur Missionslaufzeit ist somit nicht möglich. Vielmehr wird ein System benötigt, das eine Zwischenspeicherung der anfallenden Beobachtungen vornimmt. Für diese Aufgabe sieht die Architektur aus Abb. 1 pro Fahrzeug ein lokales Geodatenbanksystem vor. Während eine interne Schnittstelle die Auswertung der Datenbasis durch die Fahrzeugsoftware ermöglicht, können kooperierende Unterwasserfahrzeuge Teilergebnisse mithilfe von Akustikmodems austauschen. Für eine nachgelagerte Auswertung der aufgezeichneten Beobachtungen erfolgt abschließend eine standardisierte Synchronisation der Datenbasen mit einem zentralen System.

Im Rahmen des EITAMS-Projekts werden Unterwasserfahrzeuge mithilfe der Open Source Software "Unified Navigation Environment" (DUNE) betrieben. Diese digitale Umgebung ist auf den Einsatz auf unbemannten Fahrzeugen unter Wasser und in der Luft spezialisiert. Der mitgelieferte Funktionsumfang befasst sich u. a. mit Hardwareabstraktion und Positionierung unter Wasser. Aufgrund der limitiert vorliegenden Hardwareressourcen wird das Datenmanagement in DUNE eingebettet. Speicher-, Verwaltungs- und Auswertemethoden liegen somit nicht in Form einer separaten Softwarekomponente vor und werden stattdessen ein direkter Bestandteil der Fahrzeugsoftware.

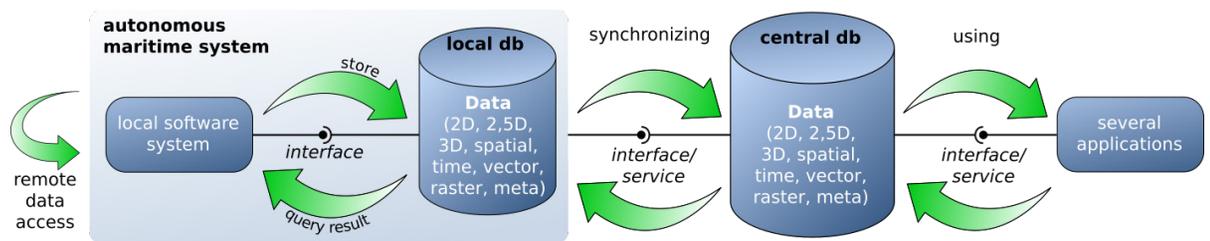


Abb.1: Architektur zur Verwaltung, Bereitstellung und Austausch raum-zeitlicher Geodaten auf Unterwasserfahrzeugen

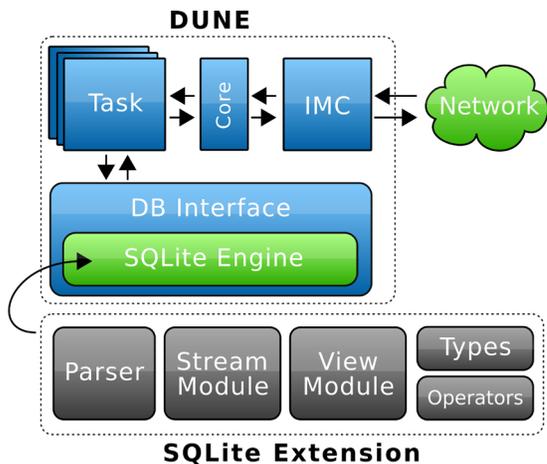


Abb. 2: Komponenten der entwickelten SQLite-Erweiterung

Ein entwickelter Prototyp verwendet die Datenbank-Engine SQLite. Gemeinsam mit der Geoerweiterung Spatialite steht ein einbettbares System zur Verarbeitung von räumlichen (Sensormess-) Daten auf einem Unterwasserfahrzeug zur Verfügung. Dieser Ansatz erlaubt die Sortierung von Daten nach räumlichen Kriterien und ermöglicht die effiziente Ausführung räumlicher Basisanfragen. Bspw. stehen für das Auffinden von bislang nicht untersuchten Geländeabschnitte oder die Identifizierung der nächstgelegenen Knoten in einem Unterwassersensornetzwerk entsprechende Datenbank-Operatoren bereit.

Sensormessdaten gehen oftmals nahezu in Echtzeit und miteinander verknüpft in die Missionsplanung und Fahrzeugsteuerung ein. Auf die effiziente Verarbeitung solcher Datenströme ist eine Geodatenbank nicht ausgelegt.

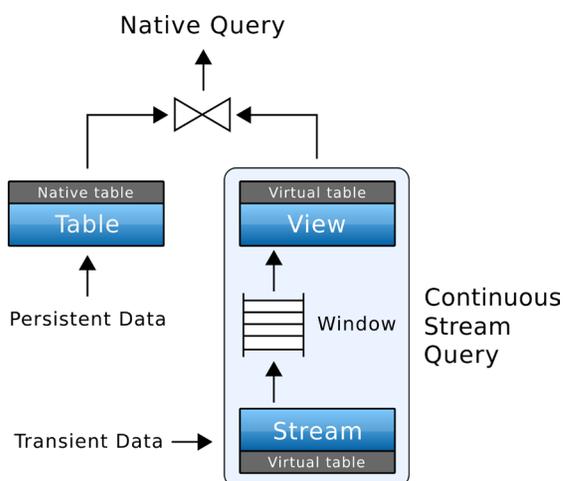


Abb. 3: Durch eine Fensterung können Datenströme in konventionellen SQL-Abfragen verwendet werden

Daher wurde innerhalb dieses Projekts die SQLite-Erweiterung aus Abb. 2 entwickelt. Diese Erweiterung spezialisiert sich auf die Verarbeitung von räumlichen Datenströmen und ergänzt das bestehende System um Datenstrukturen und spezielle Abfrageoperatoren. Diese Operatoren verarbeiten gegenüber den konventionellen Datenbankoperatoren Datensätze sequenziell. Dabei werden Datensätze einmalig ausgewertet und anschließend entweder verworfen oder gespeichert. Eine Auswertung der abgelegten Datenbasis ist somit nicht mehr notwendig. Besonders Aufgaben, bei denen eine wiederholte Ausführung identischer Abfragen notwendig ist, profitieren von dieser Methodik.

Ein Beispiel für eine Datenstromabfrage (Continuous Stream Query) wird in Abb. 3 schematisch illustriert. Zunächst sammelt ein Fenster-Operator eingehende Datensätze des Datenstroms anhand einer Abfragebedingung. Anschließend werden die gesammelten Datensätze als Relation bereitgestellt und können somit durch konventionelle Datenbankmethoden ausgewertet oder verarbeitet werden, bspw. durch eine Verknüpfung mit dauerhaft gespeicherten Datensätzen.

Der Raumbezug wird unter der Verwendung der Spezifikation Tiny Well-Known Binary (TWKB) hergestellt. Diese Spezifikation erlaubt die Definition von Geometrien in Form von Punkten, Linien und Polygonen im dreidimensionalen Raum und ist kompatibel mit Spatialite. Im Gegensatz zu gängigen Formaten forciert TWKB einen minimalen Speicherbedarf, was zu einer Schonung der begrenzten Ressourcen eines Unterwasserfahrzeug beiträgt.



- Projektbeteiligte: Prof. Dr. Thomas Brinkhoff, Tobias Werner M.Sc.
- Förderung durch die VolkswagenStiftung
- Laufzeit 01.02.2017 - 31.07.2020
- [http://www.eitams.de/tp4/eitams\\_TP4.html](http://www.eitams.de/tp4/eitams_TP4.html)