

Komplexe Datenanalyse in der Cloud mit der ENVI Services Engine

MARTIN MEININGER¹ & THOMAS BAHR²

Zusammenfassung: Informationen aus Bildern sind bereits fester Teil vieler Entscheidungsprozesse. Gefördert wird dies durch die zunehmende Anzahl von Geodatenportalen, z. B. in Folge des Erdbeobachtungsprogrammes Copernicus/GMES. Um aktuelle Geoinformationen dort zur Verfügung zu stellen, wo sie am dringendsten gebraucht werden, gehen wir in diesem Beitrag auf die neue Technologie der ENVI Services Engine ein: Bildanalysefunktionen von ENVI werden erstmals als REST-basierte Webservices verfügbar gemacht und stehen den Nutzern von Geodaten als Online-Apps für die Verarbeitung von Fernerkundungsdaten zur Verfügung. Die ENVI Services Engine erfüllt offene Standards und ist daher vollständig kompatibel mit verschiedensten Middleware-Komponenten und Geoservern. Sie unterstützt Endgeräte wie Mobiltelefone oder Tablet-PCs und Client-Software wie JavaScript. So lösen wir die heutigen Anforderungen an die Bilddaten-Auswertung: bedarfsgerechter Online-Zugriff auf Analysefunktionen in einer Client-Server-Enterprise- oder Cloud-Architektur.

1 Einleitung

Immer mehr Unternehmen und Organisationen beziehen Bildanalyse in ihre täglichen Entscheidungsprozesse ein. Die Anwender suchen nach immer effizienteren Möglichkeiten, um möglichst aktuelle Informationen aus den Bilddaten zu gewinnen. Somit wächst auch die Notwendigkeit, Applikationen zur Bildverarbeitung zentral bereitzustellen und zu verwalten. Zudem wollen Anwender Daten und Ergebnisse mit verschiedenen Endgeräten nutzen. Daher müssen die Ergebnisse auf beliebigen Clients wie Webbrowsern oder nativen Mobilgeräten verfügbar sein (O'CONNOR, A., LAUSTEN, K., OKUBO, B. & HARRIS, T. 2012).

Lösungen, die sich ausschließlich auf Desktop-Software gründen, erfüllen nicht mehr die oben genannten Anforderungen an eine moderne Auswertung von Geodaten. Diese Problematik haben wir mit einer neuen, interoperablen und auf Standards basierenden Technologie, der ENVI Services Engine (ESE), gelöst. Die ESE dient der Cloud-basierten Bereitstellung von Bildanalysefunktionalität und integriert sich nahtlos in verschiedenste Geoplattformen. Sie beinhaltet einerseits eine REST(Representational State Transfer)-basierte Schnittstelle, die es den Anwendern ermöglicht, auf die Funktionalitäten von ENVI für die Bildauswertung zuzugreifen. Andererseits stehen alle notwendigen Komponenten zur Verfügung, um diese Webservices in jeder Enterprise-Umgebung zu veröffentlichen und einzusetzen. Durch das Angebot einer bedarfsgerechten Online-Bildanalyse haben die Nutzer von Geodaten jederzeit und an jedem Ort Zugriff auf Informationen, die aus Fernerkundungsdaten abgeleitet werden.

1) Martin Meininger, Exelis Visual Information Solutions GmbH, Talhofstraße 32a, 82205 Gilching; E-Mail: martin.meininger@exelisvis.com

2) Thomas Bahr, Exelis Visual Information Solutions GmbH, Talhofstraße 32a, 82205 Gilching; E-Mail: thomas.bahr@exelisvis.com

2 ENVI-basierte Dienste in der Cloud

2.1 ENVI - Bildanalysewerkzeuge für Fernerkundungsdaten

Die ENVI-Lösungen kombinieren spektrale Bildverarbeitung mit Bildanalysemethoden, um detaillierte Informationen aus Daten der heutigen bildgebenden Fernerkundungssensoren zu erhalten. So unterschiedliche Quellen wie Panchromatisch, Multispektral, Hyperspektral, Radar, Thermal und LiDAR werden zusammengeführt, um die Stärken der jeweiligen Datentypen zu kombinieren. ENVI verarbeitet Datensätze beliebiger Größe und verfügt über automatisierte Werkzeuge, mit denen sich Bilddaten aufbereiten und analysieren lassen. ENVI ist in der Programmiersprache IDL (Interactive Data Language) geschrieben. Damit können versierte Anwender die Funktionen von ENVI anpassen, miteinander kombinieren oder erweitern, um spezifische Projektanforderungen zu erfüllen (EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS (Hrsg.) 2013a).

2.2 Überblick über die ENVI Services Engine

Die ESE erfüllt Open-Source-Standards und unterstützt dadurch die Integration in unterschiedliche Systeme. Durch die Ausführung von ENVI- oder IDL-Routinen als Enterprise Services können Anwender auf jede Bildanalysekomponente zugreifen, die sie für die Datenauswertung benötigen. Sobald ein ENVI- oder IDL-Algorithmus entwickelt ist, kann er in einfacher Weise in der ESE eingesetzt und als Webservice bereitgestellt werden.

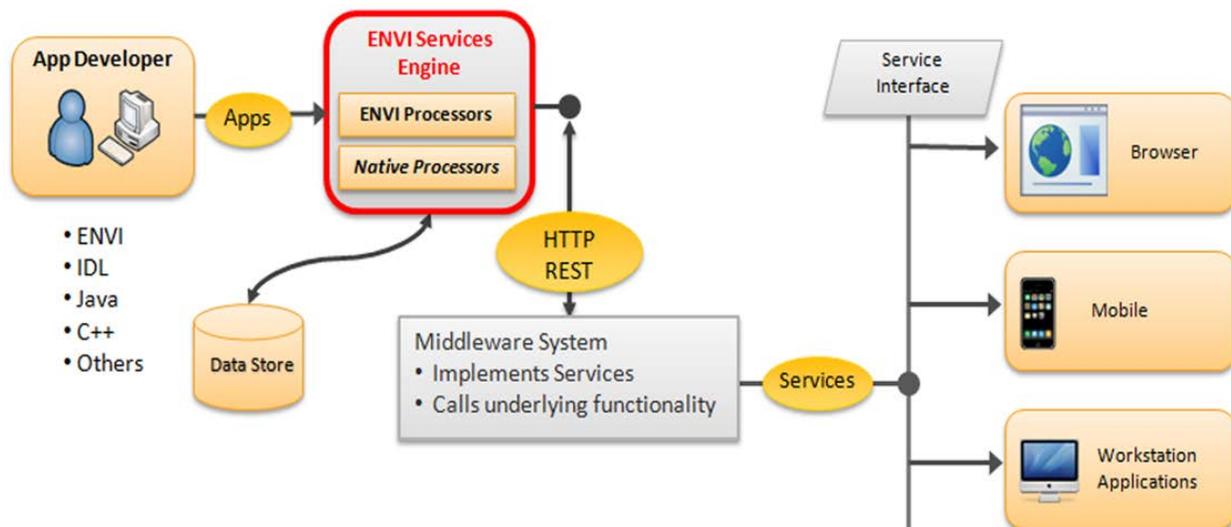


Abb. 1: Konzept der ENVI Services Engine (ESE). Mit der ESE laufen z. B. ENVI- und IDL-Routinen über ein standardisiertes HTTP-REST Interface. Datenanfragen werden mittels WCS oder WPS bearbeitet. Die ESE wird von einem Webclient oder einer mobilen App über eine Middleware-Komponente aufgerufen (EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS (Hrsg.) 2012).

Die ESE führt diese Algorithmen mittels einer standardisierten, HTTP-REST-basierten Schnittstelle aus. Dies ermöglicht es Anwendungsentwicklern, einfache Benutzeroberflächen für

die Clients zu erstellen, um die komplexen Bildanalyseprozesse der ESE zu steuern (siehe Abbildung 1). Tatsächlich basiert die Schnittstelle auf der GeoServices REST Spezifikation von ESRI (ESRI (Hrsg.) 2010). Die ESE implementiert ein Superset der ESRI Spezifikation, soweit dies für die IDL und ENVI-Prozessierung sinnvoll ist (EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS (Hrsg.) 2013b).

Die Ergebnisse werden an den Client über Standard-HTTP-Mechanismen zurückgegeben. Je nach Implementierung können sie in beliebigen Endgeräten, wie Mobiltelefonen oder Tablet-PCs, via Webbrowser angezeigt und gespeichert werden. Als Client-Software kann z. B. JavaScript dienen. Die Integration der verschiedenen Bildanalyse-Applikationen und -Komponenten in eine Cloud-Architektur ist unabhängig von der bestehende Konfiguration einer Middleware (siehe Abbildung 1). Die ESE ist daher ein flexibles und einfach zu bedienendes System, das innerhalb der vorhandenen Infrastruktur des Anwenders läuft.

Neben dem Online-Zugriff auf die ENVI-Funktionalität kann die ESE dazu verwendet werden, individuelle Analytik zu entwickeln und verfügbar zu machen. Somit können Organisationen ihre eigenen Bildanalyseprozesse für das Unternehmen erstellen. Da Daten und Softwarekomponenten zentralisiert in der Cloud abgelegt sind, und sich Applikationen, z. B. bei veränderten Projektanforderungen, jederzeit unproblematisch aktualisieren lassen, reduzieren sich die Kosten für Hard- und Software sowie der Wartungsaufwand.

Ein entscheidender Vorteil der Cloud-basierten Bildanalyse ist die Fähigkeit, komplexe Analysen mit sehr großen Datensätzen und entsprechend hohen Ansprüchen an die Systemressourcen über mobile Anwendungen auszuführen. Da sowohl die Daten als auch die Softwarekomponenten in der Cloud abgelegt sind, genügen schlanke Anwendungen, von denen die Analysefunktionen über das Web aufgerufen werden. So gestalten sich die Arbeitsabläufe für den Anwender effizienter, und die Bildauswertung rückt näher an den Endnutzer heran.

2.3 Architektur der ENVI Services Engine

Die ESE Applikation besteht aus einem Master-Prozess und einem oder mehreren Worker-Prozessen (siehe Abbildung 2).

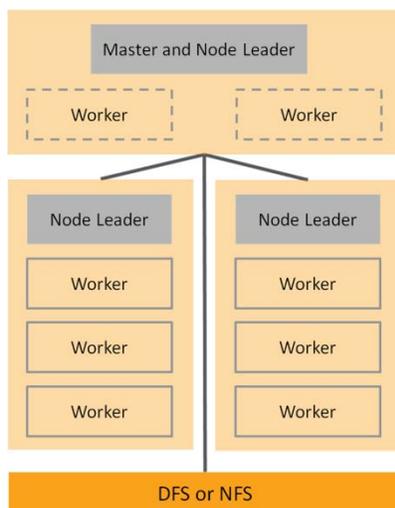


Abb. 2: Architektur der ENVI Services Engine: Master-Prozess und assoziierte Worker-Prozesse (EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS (Hrsg.) 2013b).

Prozessanfragen werden an die ESE über HTTP-REST-Aufrufe übergeben. Der Master-Prozess beinhaltet einen eingebetteten Webserver. Der Master-Prozess hat die Aufgabe, die Anfragen sowie die Aufgaben für die Worker-Prozesse zu verwalten. Worker-Prozesse enthalten einen IDL-Interpreter und führen die IDL- oder ENVI-Prozessierung durch. Sobald Worker-Prozesse eine Aufgabe abgearbeitet haben, melden sie das Resultat an den Master-Prozess. Der Master-Prozess gibt das Resultat an den Client zurück.

Ein ESE-Prozess übernimmt die Rolle des Master-Prozesses, wenn er die erste Instanz des Prozesses ist und auf dem Rechner gestartet wird, der als Master-Rechner bestimmt ist. Auf jedem anderen Rechner im Cluster läuft die erste Instanz als Node-Leader. Ein Node-Leader wird eine konfigurierbare Anzahl von Worker-Prozessen starten und überwachen.

Die essentielle Eigenschaft des Cloud Computing, sich variierenden Zugriffszahlen anzupassen, unterstützt die ESE durch ihre Skalierbarkeit. Die Recheninstanzen werden je nach Anforderungen beliebig um weitere Instanzen erweitert oder verkleinert. Dabei werden die Anfragen auf mehrere Knoten verteilt (Load Balancing) (EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS (Hrsg.) 2013b).

3 ENVI-basierte Dienste in der Cloud

Die ESE ist für Enterprise-Webservices ausgelegt und kann so konfiguriert werden, dass sie mit verschiedenen Varianten von Thin- und Thick-Clients funktioniert, einschließlich Webbrowsern, Betriebssystemen von Mobiltelefonen (Android, iOS) und Desktop-Anwendungen wie ENVI oder ArcGIS (siehe Abbildung 3).

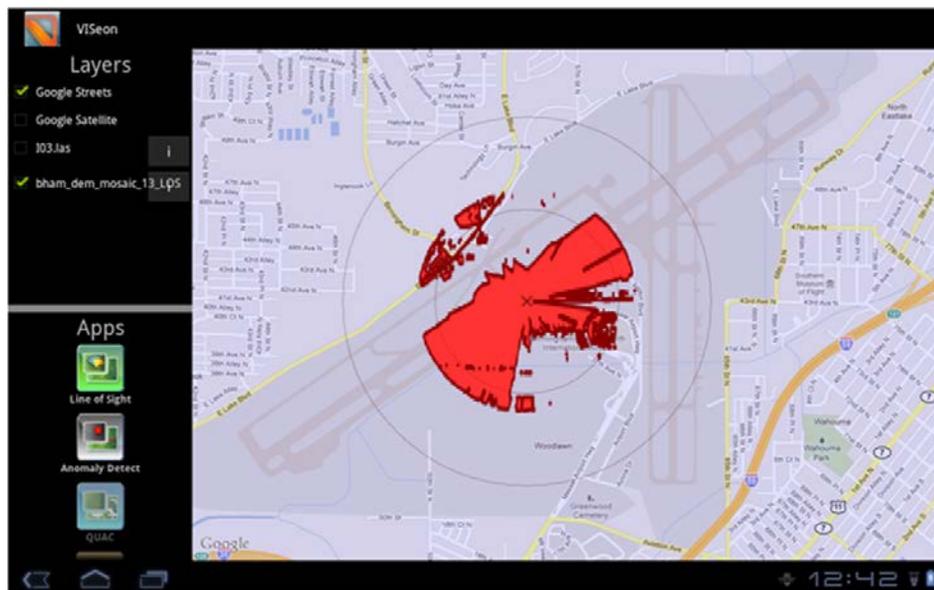


Abb. 3: Eine interaktive App zur Analyse von Sichtverbindungen, gestartet von einem nativen Android Client. Der Nutzer steuert einen Zielbereich an und zieht interaktiv einen Kreis, um die erforderlichen Parameter zu setzen. Die ENVI Services Engine findet die entsprechenden Daten im Katalog und gibt die resultierende Sichtverbindungsanalyse in Form von Vektordaten an den Client zurück. (EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS (HRSG.) 2012).

Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass die Anwender durch die verschiedenen Apps, die einfach zu aktualisieren und pflegen sind, Zugriff auf spezielle Bildverarbeitungsalgorithmen, -werkzeuge sowie festgelegte Arbeitsabläufe erhalten.

Für Softwareentwickler bringt die Erstellung von Apps mit ENVI-Funktionalität folgende Vorteile (EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS (HRSG.) 2012):

- Zugriff auf über 100 verschiedene Bilddatenformate und -modalitäten.
- Auswertung von Bilddaten aus verschiedensten Datenquellen mit bewährten Analysemethoden, z. B. objektbasierter Klassifikation oder Veränderungsdetektion.
- Ausgabe Ergebnisse in gebräuchlichen Standardformaten (.shp, .kml, NITF, usw.).
- Zugriff auf Algorithmen, die seit Jahren in der Wissenschaft weit verbreitet sind.
- Zusammenführung unterschiedlicher Informationsquellen. Dies erhöht das allgemeine Vertrauen in die abgeleiteten Produkte.
- Die Erweiterbarkeit erlaubt das schnelle Einfügen von Funktionen, um die jeweils neuesten Modalitäten und/oder analytischen Ansätze zu unterstützen.

4 Eine Referenzimplementierung

Um zu demonstrieren, wie die ESE verwendet werden kann, haben wir eine Referenzimplementierung erstellt, die verschiedene ENVI-Funktionen als Apps enthält (O'CONNOR, A., LAUSTEN, K., OKUBO, B. & HARRIS, T. 2012):

- *Pan Sharpening* zur Detailverbesserung multispektraler Daten auf Basis hoch aufgelöster panchromatischer Bildkanäle.
- *Vegetationsabgrenzung* zur Kartierung von Vegetation und deren Vitalitätsgrad.
- *Sichtverbindungsanalyse* zur Erzeugung von Sichtbereichen mittels Höhendaten (siehe Abbildung 3).
- *Spektrale Identifikation*, um die Verwendung einer Spektralbibliothek zur Klassifikationen von Materialien in einem hyperspektralen Datensatz zu zeigen.
- *Anomalieerkennung* für den Nachweis von Materialien mit geringem Flächenanteil in einem großen Bilddatensatz.

Diese Implementierung sieht folgende Konfiguration vor: Ein Webclient oder eine mobile App ruft die ESE über eine Middleware-Komponente auf, z. B. über einen MapServer, GeoServer, oder eine andere Entwicklungsumgebung. Hierbei wird eine webbasierte, grafische Benutzeroberfläche und/oder eine mobile App für Android oder iPhone als Zugriffsmechanismus verwendet. Thin Clients und mobile Anwendungen werden eingesetzt, um die erforderlichen Bilddaten über eine Katalogspezifizierung wie den Web Catalog Service (WCS) auszuwählen. Die Anfragen zur Datenanalyse sind OGC (Open Geospatial Consortium)-konform. Diese Anfragen werden mittels WPS (Web Processing Service) an die ESE über die Middleware weitergeleitet.

Ein Anwendungsbeispiel für eine App könnte die Suche nach archivierten Landsat-Daten zur Vegetationsabgrenzung (s. o.) sein. Für eine Region oder eine bestimmte Szene würde diese Implementierung der ESE die Bildsuche, Vegetationsabgrenzung und eine diesbezügliche Zeitreihenanalyse unterstützen. Die Ergebnisse könnten eine Animation, ein Profil der Vegetationsveränderung über die Zeit, oder Punkte, die mit Bodenmessungen korreliert sind, beinhalten. Diese Analysen könnten dann an verschiedenen Clients übertragen werden.

5 Fazit und Ausblick

Die ENVI Services Engine (ESE) stellt eine flexible und einfach zu bedienende Struktur für die Erstellung und Anwendung von Bild- und Datenanalysen auf Basis von Web-Apps dar. Aufgaben wie die Erfassung von Zielsignaturen aus Hyperspektralaufnahmen oder die Berechnung von Sichtverbindungen aus LiDAR-Daten sind einfach auszuführen und leicht weiterzugeben. Die Fähigkeit hierzu resultiert erstens aus der Bereitstellung der Bildanalysefunktionen von ENVI als HTTP-REST-basierte Webservices. Zweitens werden ENVI/IDL, Java oder andere Entwicklungssprachen / Werkzeuge eingesetzt, um Apps für Bildverarbeitungsaufgaben wie Orthorektifizierung oder Klassifikation zu erstellen. Die Vorteile des ESE-Ansatzes lassen sich in 6 Punkten zusammenfassen (EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS (HRSG.) 2012):

- *Flexibel*: Integration in jede Architektur, die HTTP-Aufrufe ausführen kann.
- *Bedarfsgerecht*: Online-Datenanalyse bei Bedarf und überall via Web-Client.
- *Offen*: Verwendung von Standards ermöglicht die Integration mit und in andere Apps.
- *Individuell*: Experten stellen ihre Arbeitsabläufe und Technologien bereit, damit Endnutzer ihre aktuellen, regional begrenzten oder individuell angepassten Geoprodukte selbst erzeugen können.
- *Preiswert*: Minimierung der Lizenzkosten für Desktop-Software.
- *Performant*: Verlagert rechen- und zeitintensive Prozessierungsaufgaben, die bisher auf Desktop-Ebene durchgeführt wurden, auf serverseitige, skalierbare Hardware.

Gegenwärtig verändert sich die Art und Weise, wie Bilddaten gespeichert und analysiert werden. Softwarelösungen wie ENVI und IDL werden jedoch seit langem in verschiedenen Branchen genutzt. Die ESE unterstützt nun die Anwender beim Übergang in die Cloud, wobei jene weiterhin ihre bestehenden Algorithmen nutzen können. Daten und komplexe Funktionalität in der Cloud vorhalten und weitergeben zu können, wird die unternehmensweite Archivierung und Verbreitung von Geodaten beschleunigen. Die Entwicklungsarbeit und der technologische Ansatz der ESE lassen dieses wichtige Zukunftskonzept Wirklichkeit werden. (O'CONNOR, A., LAUSTEN, K., OKUBO, B. & HARRIS, T. 2012).

6 Literaturverzeichnis

- ESRI (Hrsg.), 2010: GeoServices REST Specification Version 1.0. An ESRI White Paper.
- EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS (Hrsg.), 2012: Image Science Apps for the NGA's Online GEOINT Services (OGS). Exelis Visual Information Systems White Paper, unveröffentlicht, 7 S..
- EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS (Hrsg.), 2013a: ENVI Capabilities, <http://www.exelisvis.com/ProductsServices/ENVI/Capabilities.aspx>, (23.01.2013).
- EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS (Hrsg.), 2013b: ENVI Services Engine Documentation. ENVI Services Engine v5.1.
- O'CONNOR, A., LAUSTEN, K., OKUBO, B. & HARRIS, T., 2012: ENVI Services Engine: Earth and planetary image processing for the cloud. American Geophysical Union, Poster IN21C-1490.