

MapServer und ArcInfo als Werkzeuge zum räumlichen Retrieval und zur Online-Präsentation von Metadaten zu geowissenschaftlichen CHAMP-Satellitenprodukten

Stephan BRAUNE, Bernd RITSCHHEL und Hartmut PALM

Zusammenfassung

Das Ziel des Projektes CHAMP-ISDC (**Challenging Mini-Satellite Payload - Information System and Data Center**) ist der Aufbau einer Infrastruktur für das Management aller Produkte, die aus den Primärdaten der wissenschaftlichen Messungen an Bord des CHAMP-Satelliten gewonnen werden.

Es wird ein Online-Retrievalsystem vorgestellt, das aufbereitete Messereignisse unter Verwendung von GIS-Technologien zum Zeitpunkt der Abfrage im Internet grafisch präsentiert und über eine interaktive Karte recherchierbar macht.

1 Ausgangssituation

Unter Leitung des GeoForschungsZentrums Potsdam (GFZ) wurde der Forschungssatellit CHAMP am 15. 6. 2000 vom russischen Kosmodrom Plesetzsk aus in eine erdnahe Umlaufbahn (87° Orbit, Anfangshöhe 454 km) geschickt, um Präzisionsmessungen des Schwerefeldes der Erde, Messungen des Erdmagnetfeldes und Untersuchungen zu ausgewählten Parametern der Atmosphäre durchzuführen (REIGBER et al. 1999, WICKERT et al. 2001). Zwei ähnliche Satelliten sind am 17. März 2002 zur Durchführung von Messungen zeitlicher Schwerefeldvariationen unter Leitung der NASA gestartet worden.

Metadaten zu diesen Messungen, d.h. Informationen über vorhandene Produkte mit ihren räumlichen und zeitlichen Parametern, liegen im ‚extended **D**irectory **I**nterchange **F**ormat‘ (DIF) in einer SYBASE-Datenbank vor (RITSCHHEL 2001) und können über ein Web-Interface recherchiert werden. Dieses Interface ist ein Web-Formular mit alphanumerischen Eingabefeldern. Die Präsentation der recherchierten Metadaten erfolgt bisher tabellarisch und soll nun auch kartografisch veranschaulicht werden.

2 Technische Umsetzung

In den Metainformationen, die Messdaten zu vertikalen Profilen in der Atmosphäre beschreiben, sind auch räumliche Koordinaten enthalten und in einer SYBASE-Datenbank abgelegt. Aus den Anfangs- und Endpunkten der Messstrecken generiert das System ArcInfo (Version 8.02) eine Shape-Datei, die vom MapServer als verweissensitive Karte dargestellt wird. Die anklickbaren Objekte auf der Karte und die dazugehörige

Metainformation (DIF-Datei) sind mit den Zieldaten (Messdaten) verlinkt. Dieser Ablauf ist in Abbildung 1 dargestellt und wird im folgenden genauer erläutert.

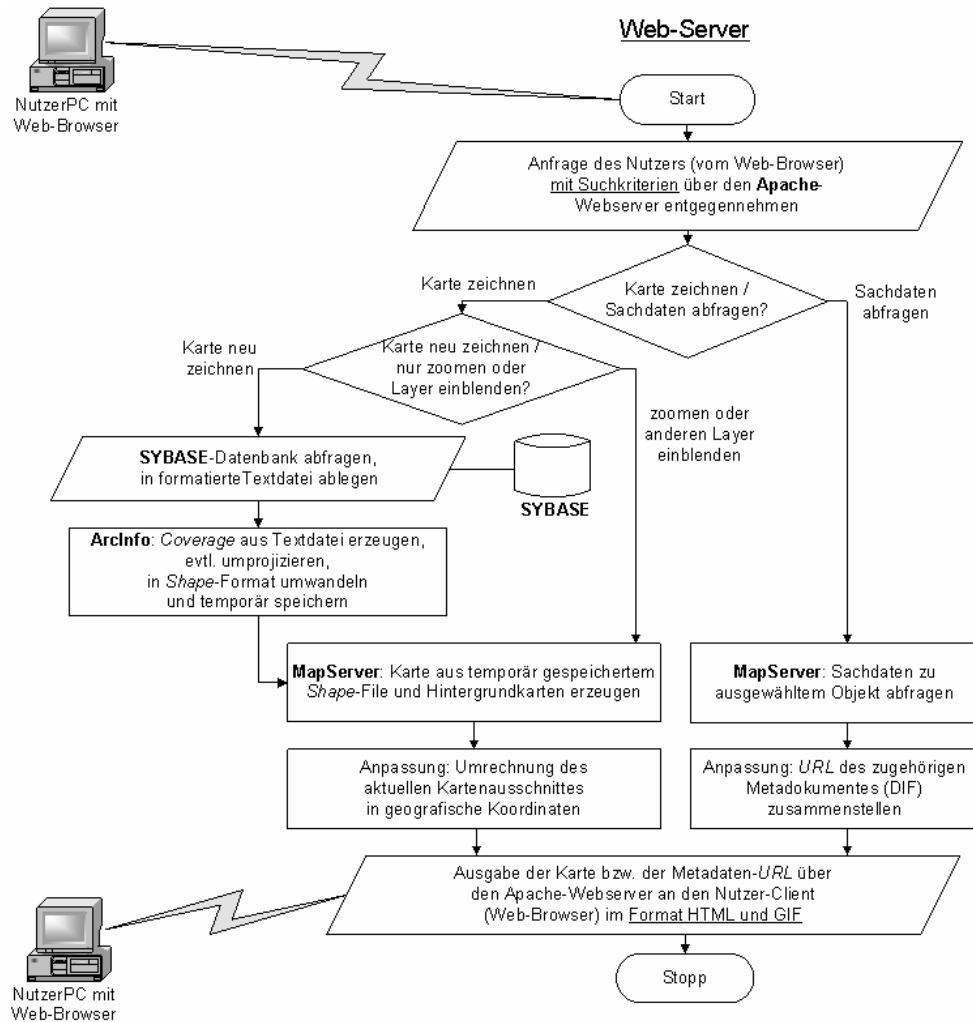


Abb. 1: Schematischer Programmablaufplan des Perl-Programms (map wrapper).

Der Nutzer meldet sich im Retrievalsystem CHAMP-ISDC an, wählt einen Produkttyp (z.B. vertikale Profile von Atmosphärenparametern) aus und trägt seine Suchkriterien in eine Eingabemaske ein. Als Ergebnis erhält er eine Karte, in der alle Produkte, die seinen Abfragekriterien entsprechen, als anklickbare Objekte eingetragen sind. Da der verwendete MapServer (UNIVERSITY OF MINNESOTA 2001) keine SQL-Abfrage über mehrere Felder der Sachdatentabelle von Shape-Dateien zulässt, muss die Abfrage zunächst von einem selbstgeschriebenen CGI-Programm (Common Gateway Interface) - in diesem Fall in der

Programmiersprache Perl - entgegengenommen und für den MapServer aufgearbeitet werden.

Die Abfragekriterien aus der Retrievalmaske werden in Form einer SQL-Anweisung an die SYBASE-Datenbank geschickt. Das Abfrageergebnis enthält die geografischen Koordinaten der Messstrecken und die Adresse der DIF-Datei zu den ausgewählten Produkten. Es wird als formatierte Textdatei zwischengespeichert, aus der sich ein Programm in der Sprache Arc Macro Language (AML) automatisch erzeugen lässt. So kann man das Abfrageergebnis der SYBASE-Datenbank mit ArcInfo in ein Shape-File umwandeln, wahlweise in verschiedene kartografische Projektionen. Der geografische Ort der Satellitenmessung entspricht den Geometriedaten der Shape-Datei, die Adresse der zu dieser Messung gehörenden DIF-Datei steht in der Sachdatentabelle. Das Shape-File wird dann zusammen mit bereits vorhandenen Hintergrundkarten (Weltkarte, evtl. Karte von Bodenstationen) dem MapServer übergeben. Die Ergebniskarte des MapServer wird im Format GIF über das Internet an den Browser des Nutzers geschickt. Der MapServer wird also nicht direkt, sondern erst durch ein Perl-Programm aufgerufen. Eine solche Einbindung vorhandener Software nennt man ‚wrapping‘, das Perl-Programm kann als ‚map wrapper‘ bezeichnet werden.

Der Zugriff auf die DIF-Dateien (Metadaten), die den Verweis auf die Zielinformation (Messdaten) enthalten, erfolgt durch räumliches Retrieval auf einer Karte des MapServer mit Hilfe der Pixelkoordinaten der Mausposition. Da die Shape-Datei neben der Geometrieinformation auch die Adresse des Metadaten-File enthält, wird die URL der DIF-Datei direkt mit der Karte verlinkt. So kann der Nutzer mit einem Mausklick von der interaktiven Ergebniskarte zu den Metadaten und von dort aus zu den Profilen gelangen.

Jedes Shape-File, das der Nutzer über dieses CGI-Programm erstellt, wird temporär auf dem Server gespeichert, so dass er bei erneuter Anfrage, z.B. beim ‚Hineinzoomen‘ in einen Kartenausschnitt, beim Einblenden ergänzender Informationen oder bei der Abfrage der DIF-Dateien, auf diese temporär gespeicherten Shape-Dateien zurückgreifen kann. Wie bei jeder Internetanwendung ist der konkurrierende Zugriff mehrerer Nutzer zu berücksichtigen.

Alle Programme zur Datenbankabfrage, zur Shape-Erzeugung und zur Kartendarstellung sind auf einem Webserver abgelegt (<http://isdc.gfz-potsdam.de/>). Das Zusammenspiel von Perl-Programm, SYBASE-Datenbank, ArcInfo und MapServer ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Antwortzeit des Servers liegt beim erstmaligen Aufruf, bei dem die Shape-Datei entsprechend dem eingegebenen Suchprofil erzeugt wird, im Bereich von Sekunden.

ArcInfo 8.02 ist ein Programm, das zur interaktiven und automatisierten Kartenerstellung geeignet ist. Programme für ArcInfo werden in AML geschrieben. Diese können im Betriebssystem UNIX über die Standardeingabe an ArcInfo zur Verarbeitung übergeben werden. Im vorliegenden Programm wird nur das Basismodul von ArcInfo genutzt. Für die Erstellung von Shape-Dateien aus dem Datenbestand der SYBASE-Datenbank werden die AML-Befehle *generate*, *build*, *clip*, *project* und *arcshape* verwendet. Da der vorliegende Metadatenbestand in der SYBASE-Datenbank kein Schlüsselfeld vom Typ Integer enthält,

ist zusätzlich die Erzeugung einer Schlüsseltabelle mit den AML-Kommandos *info* und *joinitem* erforderlich.

Der verwendete MapServer ist an der University of Minnesota mit dem Ziel entwickelt worden, Karten (Shapes oder georeferenzierte TIFFs) zu kombinieren und über das Internet auf einem Browser darzustellen (UNIVERSITY OF MINNESOTA 2001, PUCHER & KRITZ 2001). Die Ausgabe für den Nutzer erfolgt ausschließlich im Format HTML (hier zur besseren Nutzerführung erweitert mit Javascript) und mit Grafiken im Format GIF. Die vorgestellte Lösung erfordert keine clientseitigen Anpassungen oder PlugIns.

3 Ergebnis

Bei den bisher räumlich präsentierten Metadaten handelt es sich um einen Überblick über die vom Satelliten CHAMP aus durchgeführten Messungen in der Erdatmosphäre, sogenannten Okkultationsmessungen (WICKERT et al. 2001). Gemessen wird die Laufzeit von Radiowellen in der Erdatmosphäre. Das Laufzeitverhalten von Radiowellen lässt Schlüsse über wichtige Atmosphärenparameter wie z.B. die Trockentemperatur zu.

Die Einbindung des MapServer in das Retrievalsystem CHAMP-ISDC aus der Sicht des Nutzers ist in Abbildung 2 dargestellt. Hat der Nutzer den Produkttyp (im Beispiel vertikale Atmosphärenprofile) ausgewählt, kann er mit einer Eingabemaske [1] das Suchergebnis räumlich (geografische Koordinaten, Höhe), zeitlich und bezüglich weiterer Attribute eingrenzen. Beim Betätigen des Buttons ‚Spatial Search‘ erscheint eine Karte, in der die Messstrecken eingetragen sind, die dem Suchprofil entsprechen [2]. Diese Messstrecken verbinden Start- und Endpunkt der Okkultation und geben anschaulich den Weg der Radiowellen durch die Erdatmosphäre wieder, der der Messung zugrundeliegt. Zur Zeit werden die Karten in geografischer Projektion, in Mollweideprojektion und – speziell für Nutzer von Atmosphärenprodukten – in stereografischer Projektion an Nordpol und Südpol angeboten (KUNTZ 1990). Die in der Karte eingetragenen Messstrecken sind verweissensitiv, man erhält beim Anklicken ein neues Fenster mit den zu dieser Messung gehörenden Metainformationen, wahlweise im Format DIF [3] oder in XML (eXtensible Markup Language) und, soweit vorhanden, eine Grafik des Profilverlaufs. Über diese Metainformationen gelangt man an die Zieldaten, d.h. an die Atmosphärenparameter.

Die Buttonleiste oberhalb der Karte [2] ist dem Programm ArcView nachempfunden. Der Nutzer kann in Kartenausschnitte hineinzoomen und als zusätzliche Information Lage und Bezeichnung von meteorologisch relevanten Bodenstationen einblenden. Ihm werden in jeder Kartenprojektion die geografischen Koordinaten des aktuellen Kartenausschnitts angezeigt, die wiederum in die Suchmaske [1] übernommen werden können. Somit ist die Karte nicht nur eine Ergebnisanzeige, sondern auch eine Möglichkeit zur Eingabe räumlicher Suchkriterien.

Mit dieser Anwendung ist es den Nutzern des CHAMP-ISDC möglich, das räumliche Retrieval von Messergebnissen neben der alphanumerischen Eingabe auch grafisch

vorzunehmen. Als Ergebnis erhält er neben der tabellarischen Ausgabe einen anschaulichen Eindruck von der geografischen Lage der Okkultationen.

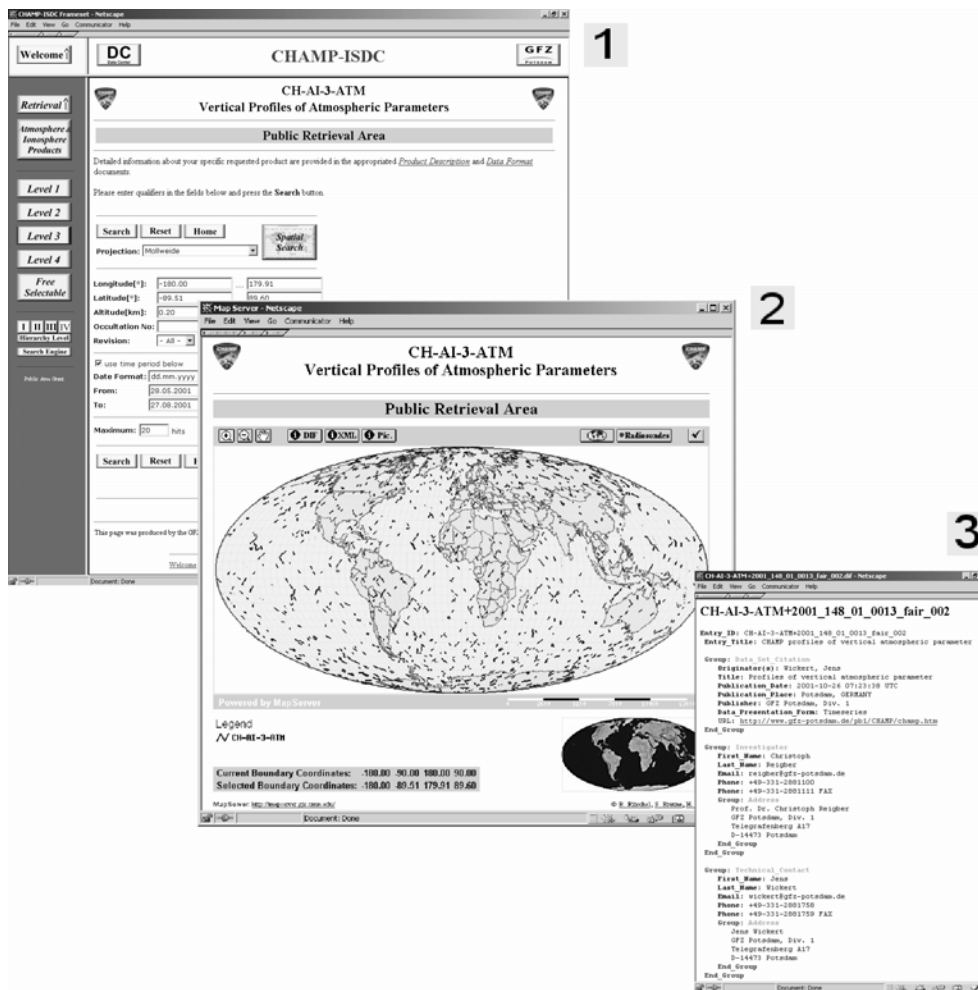


Abb. 2: MapServer als Retrievalkomponenten des CHAMP-ISDC: [1] alphanumerische Suchmaske (Beispiel: Atmosphärenprofilmessung), [2] Ergebniskarte (Beispiel: Mollweideprojektion), [3] Metainformation (DIF) zu dem gesuchten Produkt.

4 Ausblick

Eine wichtige Erweiterung dieser Anwendung wäre die Schaffung und Verwendung einer OGC-konformen Schnittstelle (OPEN GIS CONSORTIUM INC. 2001), um an der weltweiten Vernetzung von Online-Mapservern teilhaben zu können. Die kommende Version des MapServer hat eine solche Schnittstelle, so dass die Anpassung der gesamten Anwendung vorgenommen werden kann.

Weitere Ausbaumöglichkeiten liegen in der Benutzung kommerzieller Software für die Kartendarstellung. Während mit ArcInfo ein sehr leistungsfähiges Produkt zur automatischen Generierung von Shape-Dateien zur Verfügung steht, wird zu deren Darstellung im Internet ein OpenSource-Programm verwendet (PUCHER & KRITZ 2001), das man in Hinblick auf weitere Nutzeranforderungen durch kommerzielle Software zur Kartenpräsentation ersetzen kann (z.B. DÖLLER et al. 2001). Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung des Formates SVG (Scalable Vector-Graphics) (D'AMORE 2001) als Ersatz für die temporär erzeugten Shape-Dateien. SVG-Dateien lassen sich leicht aus XML-Dateien erzeugen und ermöglichen ebenfalls eine Verlinkung verweissensitiver Objekte auf der Karte, erfordern zur Präsentation z. Zt. allerdings noch clientseitig ein Plugin. Mit der Erzeugung der SVG-Dateien direkt aus der Datenbank könnte das rechenzeitintensive ArcInfo im CGI-Modus ersetzt werden.

5 Literatur

- D'AMORE, S. (2001): *Vectorgeplänkel. Vorzüge von SVG-Grafiken*. Internet Professional 01/2001, S. 96-98.
- DÖLLER, A, S. KOLENC & D. SCHIEFFER (2001): *WEB to GIS*. In: Strobl, J, T. Blaschke, G. Griesebner [Hrsg.]: (2001) *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIII - Beiträge zum AGIT Symposium Salzburg 2001*, S. 108-113.
- KUNTZ, E. (1990): *Kartennetzentwurfslhre*. Wichmann, Karlsruhe, 2. Aufl.
- University of Minnesota (2002): *MAPSERVER*. <http://mapserver.gis.umn.edu/> (Date accessed: [11.01.2002]).
- Open GIS Consortium Inc. (2001): *Open GIS Web Map Server Interface Implementation Specification. Version 1.1.0*. Open GIS Publicily Available Standard. <http://www.opengis.org/techno/specs/01-047r2.pdf> (Date accessed: [28.01.2002]).
- PUCHER, A. & K. KRITZ (2001): *Open Source Internet-Mapping*. In: Strobl, J, T. Blaschke, G. Griesebner [Hrsg.]: (2001) *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XIII - Beiträge zum AGIT Symposium Salzburg 2001*, S. 380-386.
- REIGBER, CH, P. SCHWINTZER & P. LÜHR (1999), *The CHAMP geopotential mission*. Bolletino di Geofisica Teorica ed Applicata, 40, 3-4, S. 285-289.
- RITSCHHEL, B. (2001): *Integrated Product and Information Management of the CHAMP Satellite Project*. 7th EC-GI & GIS Workshop 2001, http://isdc.gfz-potsdam.de/champ/gigis_2001/gigis_metadata_standard.html (Date accessed: [18.07.2001]).
- WICKERT, J, R. GALAS, G. BEYERLE, R. KÖNIG & CH. REIGBER (2001): *GPS Ground Station Data for CHAMP Radio Occultation Measurements*. Physics and Chemistry of the Earth, Part A, 26, S. 503-511.