

ВИРТУАЛЬНАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ РАДИАЦИОННЫХ ПОЯСОВ НА БАЗЕ VXOWARE

VIRTUAL OBSERVATORY OF RADIATION BELTS ON THE BASIS OF VXOWARE

Д.С. Коковин, Д.Ю. Мишин, М.Н. Жижин, А.В. Андреев

Геофизический центр РАН

Satellite engineers, operators, and radiation belt researchers share a common desire to understand and predict the structure and variability of Earth's radiation belts. In the radiation belt community, there is a need for improved scientific understanding of the radiation belts, more accurate dynamic and climatological models, and a mechanism for more efficient transfer of scientific understanding and models to the space technology and operational community. Currently, the resources necessary for such advancements are beyond the scope of an individual because of the lack of a centralized repository and organized support community. To allow for such advancements to take place, we propose a Virtual Radiation Belt Observatory (ViRBO). This virtual observatory will offer open access to near-real-time measurements, historical data, analysis and visualization software, and the predictions of empirical models. The proposed observatory will foster scientific discovery and provide improved tools for satellite engineers and operators. The developers of ViRBO will capitalize on modeling and data collection efforts currently underway at institutions throughout the country while at the same time supporting the goals of the electronic geophysical year [<http://www.egy.org>] that have been endorsed by the world-wide community.

Существующее положение

Ресурсы данных любой предметной области широко разбросаны по сети. Некоторые каталоги предоставляют возможность заносить адреса ресурсов в тематические разделы, но ссылки в них размещаются на равных правах, и не дают возможности отличить сервис данных от сайта организации эти данные предоставляющей. В тоже время, очевидна необходимость создания обобщающих ресурсов, дающих наиболее полное представление о предметной области, содержащих статьи и научные отчеты, привлекающих активных пользователей и специалистов в соответствующей области, ресурсов облегчающих доступ к существующим данным.

Некоторые организации берут на себя труд аккумулировать метаданные о существующих тематических ресурсах, некоторые даже держат большие хранилища метаданных. Но часто, такие хранилища покрывают лишь собственные ресурсы и сервисы, предоставляемые организацией. Наибольшим из существующих хранилищ метаданных на сегодняшний день можно считать Global Change Master Directory (NASA GCMG) [4], этот ресурс обладает самым обширным каталогом метаданных, но не предоставляет возможности получать данные.

Что необходимо?

Поскольку создание простого каталога-хранилища метаданных при развитии современных интернет-технологий не представляется сложной задачей, то наибольший интерес представляет обеспечение интерактивности такого ресурса. Пользователи, обращаясь к метаданным, должны не только получать информацию о поставщике или сервисе данных, но и иметь возможность сравнивать, обобщать эти данные с другими, узнавать о способах обработки и новых приложениях, делиться опытом и накопленными знаниями.

Виртуальная обсерватория должна предоставлять пользователям возможность получить данные, найти по запросу, визуализировать, сохранить в пользовательском пространстве, и при необходимости опубликовать.

Желательно, что бы пользователь, найдя метаданные по интересующему его ресурсу, мог проконсультироваться с другими пользователями или администраторами

ресурса. Что бы найденная метазапись была так же связана и с набором документов, презентаций, руководств, если таковые имеются.

Главные компоненты

Исходя из существующих требований, можно выделить несколько основных компонент, развитие которых позволяет удовлетворить эти требования в достаточной мере.

Система авторизации пользователей

Виртуальная обсерватория должна иметь систему авторизации пользователей, хранить информацию по ним, воспроизводить настройки выбранные пользователем, и сохранять результаты деятельности пользователя между сессиями. В веб-приложениях авторизация чаще всего производится через «логирование», и хранение записи о пользователе в базе данных, но существуют и другие варианты, среди которых вход в систему с использованием сертификатов, вход с использованием ролей, где персонификация отсутствует. Сопровождения работы пользователя, какой бы система авторизации не была, является одной из главных задач виртуальной обсерватории.

Хранилище метаданных

Научные метаданные разнообразны, встречаются в разных форматах, принятых в разных предметных областях. Хранилище метаданных должно учитывать возможность использования различных форматов записей и обеспечивать легкое добавление записей в новых форматах. При этом необходимо, что бы разнообразные записи обрабатывались сходным образом, и не устанавливалось предпочтение какому-то одному формату.

Отсутствие единообразия накладывает определенные сложности в организацию сквозного поиска по всем метаданным, записи одинаковые по смыслу и наполнению различны по структуре. Это осложняет контекстный поиск в смеси записей разных форматов.

Интерес представляет также и пользовательская активность вокруг той или иной записи, привычные для интернет-каталогов сортировки записей по пользовательскому интересу желательны, так же как и возможность включить такие ограничения в поисковый запрос.

Профили объектов

Все объекты виртуальной обсерватории имеют собственные характеристики. Это время создания объекта, привязка к пользователю-автору и т.д. Каждый объект может подвергаться редактированию, быть востребован пользователями в большей или меньшей степени, быть интерактивным или статическим. Всё что происходит с объектом должно сохраняться в его профиле, история изменений, статистика обращений, связность с другими объектами и т.д. поскольку основными объектами виртуальной обсерватории являются метаданные и пользователи, то и те и другие должны в достаточной степени описываться и сопровождаться этой информацией.

Хранилища объектов

Кроме метаданных и записей о пользователях виртуальная обсерватория должна предоставлять доступ к документации, рабочим материалам, выборкам из баз данных, изображениям и файлам данных. Для обеспечения этого, виртуальная обсерватория должна предоставлять возможность размещения не только ссылки на объект, но и его самого в собственном хранилище. Для работы с разными типами объектов, обсерватория должна иметь разные хранилища, по-разному обрабатывающие входящие объекты.

Веб-приложение

Основной доступ к виртуальной обсерватории должен производиться через веб, не исключается и работа с обсерваторией через предоставляемые ею сервисы. Поскольку веб-браузер наиболее доступное приложение для пользования ресурсами сети, то основным пользовательским интерфейсом должно являться веб-приложение.

Сервисы

Виртуальная обсерватория должна иметь API для обращения к ней других приложений. Основные действия, такие как поиск и заказ данных должны быть доступны через сервисы.

Источники данных

Основными объектами хранения и обработки в виртуальной обсерватории являются записи метаданных об источниках данных, а одной из задач - приблизить пользователей к этим источникам.

VxOware – приложение для виртуальных обсерваторий

В рамках проекта Virtual Radiation Belt Observatory (ViRBO) [14] создаётся приложение для виртуальных обсерваторий – VxOware. Данное приложение предполагается использовать для виртуальных обсерваторий различных предметных областей, и в ходе разработки учитываются особенности и требования о которых говорилось выше.

В состав программных компонентов VxOware входят:

1. реляционная база данных пользователей (SQL)
2. база данных XML-документов содержащая конфигурацию обсерватории, мета-описания ресурсов, результаты их наблюдений.
3. веб-приложение, обеспечивающее пользовательский интерфейс
4. веб-сервисы для загрузки, выгрузки и поиска данных

Серверная часть программного обеспечения состоит из СУБД MySQL, веб-сервера Apache, контейнера веб-приложений Tomcat [9], в качестве XML базы данных используется eXist [2]. Веб-приложение написано на языке Java [5], рабочий поток программируется с помощью Struts, поисковые запросы в XML базе данных используют язык XQuery, в качестве основного формата документов используется XML [11], в интерфейсе широко применяются XSL преобразования.

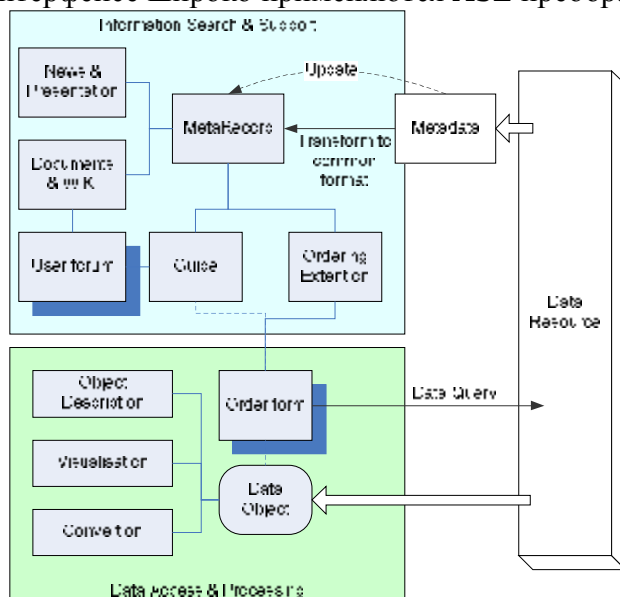


Рис.1. Принципиальная схема работы с метаданными и данными

VxOware обеспечивает как развитую службу поиска, так и работу с данными, а также, информационное сопровождение метаданных.

Организация и поиск метаданных

VxOware предоставляет возможность поиска по всем хранящимся метаданным и сопровождающей информации (профилям). Приложение позволяет контекстный текстовый поиск, ограниченный отдельными элементами метаданных. Кроме того, обеспечена возможность поиска по дате и координатной привязке, в метаданных имеющих такие поля.

Устройство поискового сервиса VxOware позволяет создавать на базе его приложения являющиеся «определителями», а так же имеющие функции экспертных систем. Поисковый сервис VxOware позволяет другим приложениям делать запросы к базе метаданных. Кроме того, этот сервис имеет настраиваемый формат ответов, что серьёзно расширяет возможности его использования.

VxOware предоставляет возможность поиска по сопровождающей информации, дискуссионным веткам, ссылкам на связанные записи и т.д. Это позволяет находить не только метаданные, но и сопровождающие материалы, отзывы пользователей и т.д.

При наличии в разделах большого количества записей, VxOware позволяет подключать дополнительный текстовый индекс для ускорения поиска.

Web 2.0 компоненты

Каждый объект помещаемый в VxOware имеет собственный профиль, в котором фиксируются изменения произошедшие в результате редактирования, пользовательский интерес к данному объекту (как то количество просмотров, число установленных закладок и т.д.), по объекту может быть открыта ветка обсуждений, присвоение объекту рейтинга (оценки пользователей).

Гибкость добавляемых записей позволяет создавать в VxOware самые разнообразные разделы от простых ссылок на ресурсы сети, до метаданных в научных форматах. Возможно создание разделов документации с загружаемыми файлами, изображений, текстов в формате Wiki.

Изначально запись (право на изменение) принадлежит автору, который может расширить список пользователей допущенных к редактированию. Устаревшие версии записей сохраняются и существуют всё время пока существует запись. Записи, получаемые автоматически от сервисов данных (метаданные), могут так же автоматически обновляться в соответствии с текущим состоянием сервиса.

Пользователи могут просматривать и искать записи, сохранять ссылки на них (закладки) в своём пользовательском пространстве, создавать новые записи и загружать объекты, давая им описания. Существует система внутренних сообщений между пользователями, система отслеживания обновлений, каждый пользователь может вести собственный сетевой журнал (блог).

Такая организация пространства виртуальной обсерватории приближает VxOware к «системам управления контентом» (CMS), но возможностей CMS не достаточно что бы работать с научными метаданными, и тем более с самими данными. Такие оболочки как Wiki позволяют удобно работать с документацией, создать представительский сайт, но когда речь заходит о тысячах однотипных записей, достоинства таких оболочек теряются.

Системы управления контентом нацелены на ручную обработку каждой записи, VxOware – на автоматическое обслуживание записей. CMS не работают с данными, не имеют специальных хранилищ, не позволяют визуализировать и обрабатывать данные, VxOware разрабатывается с учетом этих требований. VxOware имеет сервисы, позволяющие интегрировать это приложение с другими, CMS обычно ограничиваются выходными потоками в RSS.

Работа с сервисами данных

Данные для виртуальной обсерватории могут быть нескольких видов. При разработке VxOware учитывается необходимость работы с данными разных уровней.

Самый низкий уровень – уровень файлов. В этом случае пользователи могут самостоятельно загружать объекты и давать им описания, тем самым создаётся общий каталог записей, с которым и происходит дальнейшая работа. Пользователи могут в этом случае загружать объекты данных к себе, просматривать их, визуализировать, при соблюдении договоренности о типе объектов, и наличии таких возможностей. Так же могут совместными усилиями пользователей создаваться и разделы записей (новостные, обсуждения и т.д.)

Следующий уровень – уровень перехода к сторонним приложениям, имеющим собственные формы заказа и поиска данных. Например, THREDDS OpenDAP сервер позволяет заказать выборку данных из него, но загрузить в него данные проблематично. В этом случае, VxOware позволяет объявить такой сервер хранилищем виртуальной обсерватории, и пользователи могут загружать свои данные на сервер, а получать их уже с существующей формы заказа.

Третий вид сервисов позволяет получать как метаданные, так и данные через API. Такой сервис можно подключить в виртуальную обсерваторию через плагин, данные полученные из него могут сохраняться в пользовательском пространстве и хранилищах виртуальной обсерватории, что позволяет проводить дальнейшую интеграцию.

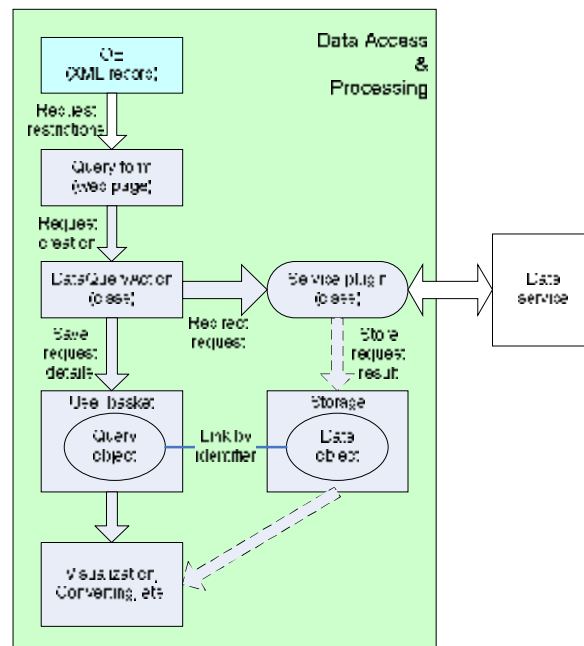


Рис.2. Взаимодействие с сервисами данных

Для подключения таких сервисов в VxOware существует специально разработанный формат метаданных (OE), в который преобразуются метаданные предоставляемые сервисом, или запись про него с этим формате создаёт администратор. Это позволяет использовать запись для построения формы запроса и передавать запрос сервису, а полученные данные сохранять в корзине пользователя.

В корзине данных пользователя сохраняется не только ссылка на объект, подготовленный на удаленном ресурсе в ответ на запрос, но и сам объект данных, а так же сам запрос. Это страхует пользователя в ситуации, когда данные предоставляемые сервисом меняются, обновляются, или сервис временно не работает. Полученный объект данных пользователь может пересохранить как объект обсерватории доступный другим пользователям (опубликовать).

Федеративность

Одним из важнейших достоинств VxOware является то, что виртуальные обсерватории, построенные на его базе, самоописываются. Вся обсерватория по запросу возвращает XML-документ, в котором представлена структура её разделов и

прочая информация. Каждый раздел так же описывается в определенном формате, указывая какие записи в нем хранятся, как можно организовать поиск внутри раздела, и указать желательный формат вывода результатов поиска. Пользуясь этим сервисом, виртуальные обсерватории, построенные на VxOware, способны находить друг друга в сети, и объединяться в своеобразные федерации, для возможностей поиска в разных обсерваториях через единый интерфейс.

Этим сервисом могут пользоваться любые приложения, что позволяет создавать на базе VxOware хранилища метаданных для сервисов данных. Управлять метаданными через интерфейс виртуальной обсерватории и создавать на её основе поддержку пользовательского сообщества.

Так поступают системы CLASS [13] и IDEAS-ESSE [12], храня метаданные о своих ресурсах данных на стороне виртуальных обсерваторий, а система SPIDR [8] (версия 4) включает в себя VxOware для работы с пользователями.



Рис 2. Приложения использующие VxOware для управления метаданными

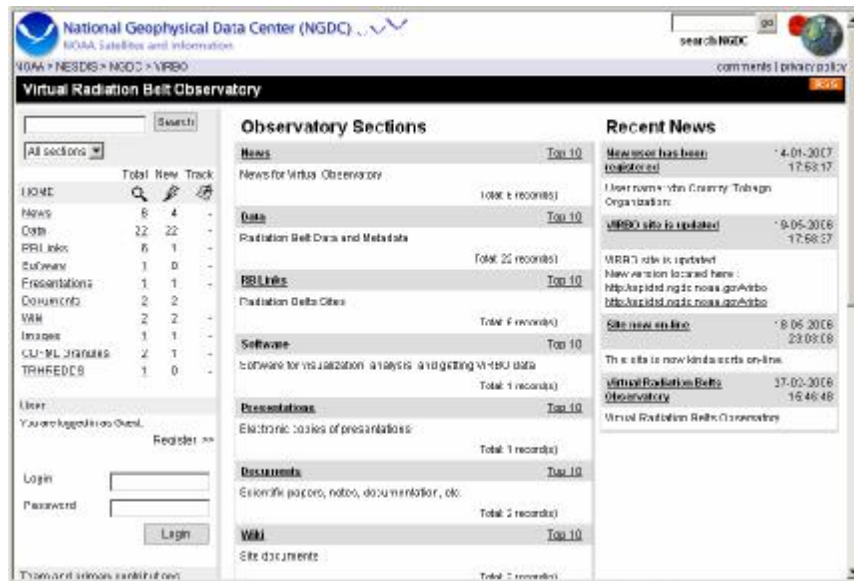
ViRBO

Спутниковые операторы, инженеры и ученые в области космической физики разделяют необходимость понимания и прогнозирования структуры и изменений в радиационных поясах Земли. Им необходимы более точные динамические и климатологические модели радиационных поясов, а также механизм переноса новых научных знаний в технологию. В настоящее время информационные ресурсы по радиационным поясам, включая архивы и сервисы данных, метаданные, научные публикации и программное обеспечение – достаточно разрозненны ввиду отсутствия централизованной системы управления данными и сообществом пользователей. На роль такой системы мы предлагаем Виртуальную обсерваторию по радиационным поясам – Virtual Radiation Belt Observatory (ViRBO) [14]. Виртуальная обсерватория предоставит пользователям открытый доступ к измерениям в реальном времени, историческим архивам, программам для анализа и визуализации данных, а также к численным моделям радиационных поясов. Поддерживая работу по сбору данных и моделированию окружающей среды, проект ViRBO выполняет цели Электронного геофизического года [<http://www.egy.org>].

Список ресурсов данных, которые планируется сделать доступными в декабре 2007 посредством проекта ViRBO, достаточно обширен [http://virbo.org/wiki/index.php/Main_Page#Data_List]. В него входят как данные прямых наблюдений со спутников GOES, POES, AMPTE, SAMPEX, METOPS, HEO, GPS, LANL GEO и др., так и результаты ре-анализа (численного моделирования) радиационных поясов на основе данных наблюдений с использованием физических и эмпирических моделей AMIE, TGCM, MSM и т.д.

Именно проект Virtual Radiation Belt Observatory (ViRBO) дал основной толчок к развитию приложения VxOware, который начинался как каталог ресурсов данных по радиационным поясам.

На настоящий момент, виртуальная обсерватория на VxOware имеет разделы: Новости, Каталог ресурсов, Сервисы данных, Ссылки на сайты организаций, Программное обеспечение, Презентации, Документация, Wiki раздел, разделы представляющие разные виды данных.



Все свойства и возможности VxOware в полной мере реализуются в ViRBO. Проект находится на стадии развития и имеет широкие перспективы в будущем.

Основные участники и разработчики

- PI:
 - o Bob Weigel (George Mason University)
- Software:
 - o Eric Kihn (NOAA/NGDC, ViRBO Web and API)
 - o Mikhail Zhizhin (GC RAS, ViRBO Web and API)
 - o Dmitry Kokovin (GC RAS, ViRBO Web and API)
 - o Jeremy Faden (Cottage Systems, ViRBO Software)
- Data:
 - o Dan Baker (CU/LASP, Data and metadata)
 - o Sebastian Boudier (Onera, Data calibration)
 - o Reiner Friedel (LANL, Data and metadata)
 - o Janet Green (NOAA/SEC, Data and metadata)
 - o Shri Kanekal (CU/LASP, Data and metadata)
 - o Paul O'Brien (Aerospace, Data and metadata)

Ссылки

- [1] Content Standard for Digital Geospatial Metadata (FGDC-STD-001-1998) June 1998 <http://www.fgdc.gov/metadata/metadata.html>
- [2] eXist - Open Source Native XML Database <http://exist.sourceforge.net/>
- [3] FGDC - Federal Geographic Data Committee <http://www.fgdc.gov/>
- [4] GCMD - Global Change Master Directory <http://gcmd.gsfc.nasa.gov/>
- [5] Java - Java Technology <http://java.sun.com/>
- [6] OGC - Open Geospatial Consortium, Inc. <http://www.opengeospatial.org/>
- [7] SPASE - Space Physics Archive Search and Extract <http://www.igpp.ucla.edu/spase/>
- [8] SPIDR - Space Physics Interactive Data Resource <http://spidr.ngdc.noaa.gov/spidr/>
- [9] Tomcat - Apache Tomcat <http://jakarta.apache.org/tomcat/>
- [10] W3C - World Wide Web Consortium <http://www.w3.org/XML/>
- [11] XML - Extensible Markup Language <http://www.xml.com/>
- [12] ESSE - Environmental Scenario Search Engine <http://esse.wdcb.ru/>
- [13] CLASS - Comprehensive Large Array-data Stewardship System
- [14] ViRBO - Virtual Radiation Belt Observatory <http://virbo.org/>