

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПОРТАТИВНАЯ СИСТЕМА СБОРА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

© 2016 г. И.М. Алешин, С.С. Бургучев, Ф.В. Передерин, К.И. Холодков

Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва, Россия

Рассмотрен опыт создания универсальной системы сбора геофизических данных на примере сбора магнитометрических данных и измерений глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС). Описаны ключевые аспекты программной архитектуры системы (в частности, модульность, программные интерфейсы, кроссплатформенность) и энергоэффективные решения для поддержки системы.

Ключевые слова: системы сбора данных, магнитометрия, измерения ГНСС.

Введение

Специфика сбора геофизических данных часто требует размещения измерительного оборудования в труднодоступных местах с плохим электроснабжением и ненадежными каналами связи. Поэтому ключевым направлением в развитии систем сбора данных очень часто является минимизация энергопотребления всех компонентов системы наблюдения без потери ее функциональности. Многие современные измерительные комплексы не обходятся без устройства, обеспечивающего управление процессом измерений и сохранение данных, а в некоторых случаях и передачу данных в центры хранения и обработки данных.

Это устройство может быть реализовано в виде узкоспециального контроллера либо компьютера общего назначения. Применение специальных контроллеров связано с большими финансовыми затратами, так как требует разработки аппаратуры самого контроллера, а применение компьютеров — только программного обеспечения. Часто в состав измерительных комплексов входит коммерческое программное обеспечение с закрытым кодом (проприетарное ПО). Хотя такие решения и позволяют проводить некоторые наблюдения и первичную обработку данных, гибкое их применение затруднительно по ряду причин.

Выполненный авторами детальный анализ существующих систем сбора данных в геофизике и смежных отраслях позволил сформулировать четкие требования к аппаратной, так и к программной частям таких систем. На их основе разработана система сбора магнитометрических данных и

измерений глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС), отвечающая современному уровню развития науки и техники. Описание использованных при этом решений составляет основное содержание настоящей статьи.

Программное обеспечение

Программные решения можно рассматривать в двух категориях: полнофункциональные, например MagRec [The magnetic..., 2015], и упрощенные, например NetHub [2016]. В первом случае работа системы сбора данных полностью контролируется программным обеспечением и к нему предъявляются повышенные требования по производительности и стабильности. Если ПО имеет закрытый исходный код, изменения его функционала, протоколов или форматов хранения, поддержка нового оборудования полностью лежат на разработчиках этого ПО. Во втором случае ПО необходимо для настройки аппаратуры сбора данных и для управления процессом. Никаких специфических требований к такому ПО нет, однако изменение ПО под нужды потребителя затруднительно.

Модульность и открытые программные интерфейсы во многом решили бы перечисленные проблемы. Следует также отметить, что в исследовательской сфере используются различные ОС и аппаратные архитектуры, а проприетарное ПО зачастую издается только для одной ОС и одного типа ПК. Таким образом, можно выделить три ключевых параметра для ПО системы сбора данных: модульность, открытые программные интерфейсы и кроссплатформенность.

Аппаратное обеспечение

Некоторые установки систем сбора данных подразумевают нестабильное или автономное, ограниченное питание. Для таких случаев необходима экономичная система. В настоящее время имеется широкий выбор решений на базе однокристалльных систем [Bennett, 2004]: OMAP (англ. Open Multimedia Applications Platform [OMAP, 2015]) — открытая платформа для мультимедийных приложений фирмы Texas Instruments, i.MX [2016] фирмы NXP и ряда других. Все эти системы построены на архитектуре Advanced RISC Machine (ARM) [ARM..., 2016]. Однокристалльные системы дешевле и энергоэффективнее систем с набором различных чипов. Естественно, что мы не можем ориентироваться только на снижение энергопотребления, так как необходимо иметь процессор, обладающий производительностью, достаточной для получения, обработки и передачи данных в режиме реального времени. Это означает необходимость выбора конфигурации с оптимальным балансом обозначенных параметров.

Если установка системы сбора данных не подразумевает ограничения по питанию, в качестве регистратора данных может быть использован и персональный компьютер. Для испытаний мы использовали однокристалльную систему Beaglebone Black [Beaglebone, 2016] и ультрапортативное решение на базе Intel Atom.

Регистрация и передача данных

Регистрация данных с магнитометра производится по интерфейсу RS-232 или RS-485 при посредничестве программы-адаптера — модуля, специфического для определенной серии или модели магнитометра. Данные преобразуются и отправляются в модуль передачи.

Для передачи магнитных данных в нашей разработке использован протокол SeedLink [IRIS: SeedLink, 2016], специально созданный для оперативной передачи временных рядов и широко применяемый, в частности, при организации сейсмических наблюдений. Основу протокола составляет формат miniSEED, ориентированный на хранение и передачу временных рядов. Файл в таком формате (или иначе — том: miniSEED volume) состоит из независимых блоков (в терминах miniSEED — blockette). Каждый из блоков содержит фрагмент временного ряда или метаданных. Информация хранится в бинарном виде, а дополнительная минимизация размера осуществляется с помощью сжатия без потерь.

К дополнительным преимуществам использования протокола SeedLink следует отнести наличие большого количества программного обеспечения, реализующего как серверную, так и клиентскую часть, и значительное число приложений, предназначенных для работы с форматом miniSEED: программы проверки создаваемых томов, их корректировки, визуализации, преобразования в другие форматы. В нашей разработке в модуле передачи данных была использована серверная часть SeedLink из пакета SeisComP-3 (<https://www.seiscomp3.org/>). Исходный код дополнен созданной нами программой-адаптером, которая преобразует данные, поступающие из магнитометра, в формат miniSEED. При создании последней мы использовали программную библиотеку libmseed (IRIS, <http://www.iris.edu/hq>).

Регистрация ГНСС данных построена похожим с регистрацией магнитных данных образом — также имеется программа-адаптер, которая взаимодействует с приемником ГНСС и передает преобразованные данные в модуль передачи.

Структура данных ГНСС-сообщений значительно сложнее простых временных рядов и не может быть «упакована» в формат miniSEED. Опыт показал, что удобнее преобразовать сообщения ГНСС-приемника в специально разработанное представление, позволяющее конвертировать их в структуры, ориентированные на дальнейшее хранение или передачу данных.

Управление системой

Модульность системы позволяет обособить модули управления и взаимодействия с пользователем. Использование REST API [Todd, 2012] позволяет выделить некоторые компоненты за пределы регистратора данных, например в центр обработки и хранения данных, централизуя и упрощая управление всей системой. Разработанные прототипы пользовательского интерфейса позволяют выполнить настройки всех параметров устройства, таких как частота регистрации, рабочий диапазон, оценить текущие показатели.

Заключение

При создании универсального регистратора большое внимание уделено возможностям расширения функций и подключению различных источников данных. Универсальная система разрабатывалась как ключевое звено в создании крупных центров данных, обеспечивая централизованную управляемость и простоту

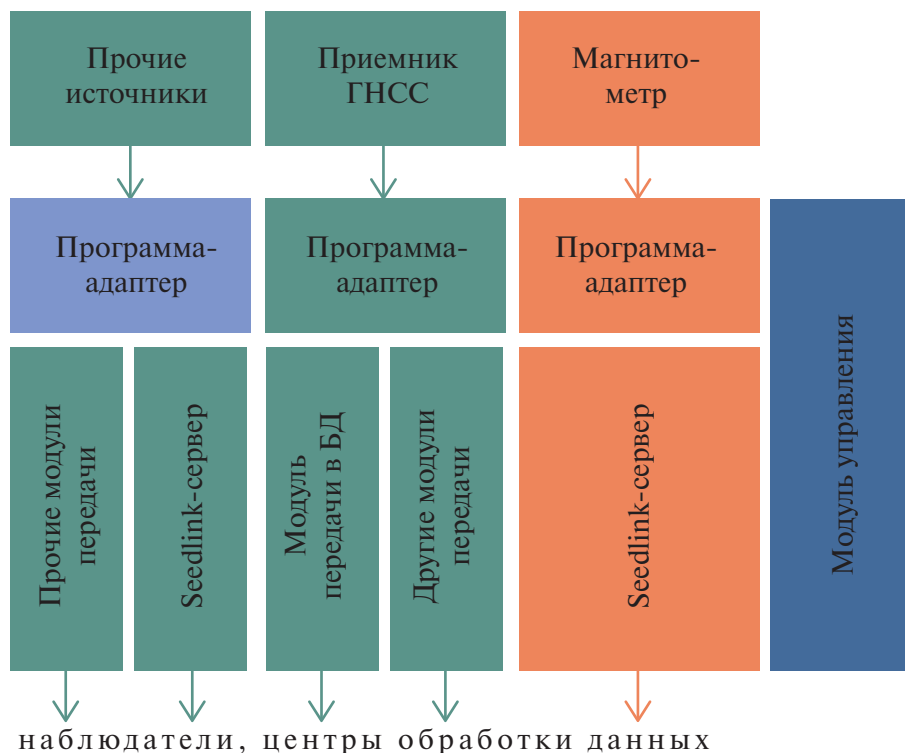


Рис. 1. Схема возможных комбинаций модулей системы, состоящей из модуля управления, одного из аппаратно-специфических модулей — программ-адаптеров и соответствующего типу данных модуля передачи

адаптации. Последнее особенно важно, поэтому приведенное в настоящей статье решение базируется на существующих стандартах и протоколах, использует варианты с открытым исходным кодом, обеспечивает расширяемость и кросс-платформенность системы.

Разработанная система создавалась для сбора данных измерений систем ГНСС и магнитометров, однако она достаточно универсальна и может стать основой реализации самых разных национальных проектов, связанных со сбором данных.

Литература

- ARM—The Architecture for the Digital World. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.arm.com/index.php> (дата обращения: 05.08.2016).
- Beaglebone // BeagleBoard.org. [Электронный ресурс]. URL: <http://beagleboard.org/bone> (дата обращения: 05.08.2016).
- Bennett P. The why, where and what of low-power SoC design // EE|Times. 12/3/2004. [Электронный ресурс]. URL: http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1276973 (дата обращения: 05.08.2016).
- i.MX Applications Processors based on ARM® Cores // NXP Products, 2016. [Электронный ресурс]. URL: http://www.nxp.com/products/microcontrollers-and-processors/arm-processors/i.mx-applications-processors:IMX_HOME (дата обращения: 05.08.2016).
- IRIS: SeedLink // IRIS. [Электронный ресурс]. <http://ds.iris.edu/ds/nodes/dmc/services/seedlink/> (дата обращения: 05.08.2016).
- NetHub [Электронный ресурс]. URL: <http://www.javad.com/jgnss/products/software/nethub.html> (дата обращения: 03.08.2016).
- OMAP, Texas Instruments Wiki // Texas Instruments Inc. [Электронный ресурс]. URL: <http://processors.wiki.ti.com/index.php/OMAP> (дата обращения: 05.08.2016).
- The magnetic data collection platform with Maglin, the acquisition software // MinGeo Ltd., 2015. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mingeo.com/prod-magrec4b.html> (дата обращения: 03.08.2016).
- Todd F. What is REST Anyway? REST API Tutorial. Pearce eCollege, 2012. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.restapitutorial.com> (дата обращения: 05.08.2016)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

АЛЕШИН Игорь Михайлович — кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123242, Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10, стр. 1. Тел.: +7(499) 254 9224. E-mail: ima@ifz.ru; ведущий научный сотрудник, Геофизический центр РАН. 119296 г. Москва, ул. Молодежная, д. 3

БУРГУЧЕВ Степан Сергеевич — аспирант, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123242, Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10, стр. 1. Тел.: +7(499) 254 9224. E-mail: skara@ifz.ru

ПЕРЕДЕРИН Федор Викторович — старший научный сотрудник, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123242, Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10, стр. 1. Тел.: +7(499) 254 9224. E-mail: crash@ifz.ru

ХОЛОДКОВ Кирилл Игоревич — кандидат технических наук, научный сотрудник, Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН. 123242, Москва, ул. Большая Грузинская, д. 10, стр. 1. Тел.: +7(499) 254-92-24. E-mail: keir@ifz.ru

VERSATILE GEOPHYSICAL DATA ACQUISITION SYSTEM

M. Aleshin, S. S. Burguchev, F. V. Perederin, K. I. Kholodkov

Schmidt Institute of Physics of the Earth of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. Software and some hardware aspects of the universal data acquisition system developed for geomagnetic and GNSS measurements are considered. The system's design features, APIs, platform independency and energy efficient hardware are described.

Keywords: data acquisition systems, geomagnetic measurements, GNSS measurements.