

УДК 004.772:004.624

Ткачев В. Н., аспірант (Тел.: +380 66 097 75 30. E-mail: vitalii.tkachov@kture.kharkov.ua)
(Харьковский национальный университет радиоэлектроники)

Резниченко А. М., канд. техн. наук, с.н.с. (Тел.: +380 57-7061412. E-mail: alex_rez@ukr.net)
(Радиоастрономический институт Национальной академии наук Украины)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ПРОМЕЖУТОЧНЫМ ХРАНЕНИЕМ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАДИОАСТРОНОМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Ткачев В. М., Резниченко О. М. Використання методу передачі даних з проміжним зберіганням при передачі результатів радіоастрономічних спостережень. У статті розглянуто особливості застосування нового методу передачі даних з проміжним зберіганням. Для експерименту була обрана така галузь науки як радіоастрономія. Експеримент проходив на українському радіотелескопі РТ-70 (м. Євпаторія, Автономна республіка Крим). В результаті застосування даного методу вдалося суттєво скоротити час передачі необхідних обсягів даних – у тридцять разів. Запропоновано і впроваджено використання розробленого методу на рівні промислової експлуатації. У статті сформульовані рекомендації щодо подальшого застосування даного методу при проведенні радіоастрономічних досліджень та в інших галузях науки, де існує проблема передачі великих обсягів даних.

Ключові слова: дані, метод, радіоастрономія, проміжне зберігання, інформаційна технологія

Ткачев В. Н., Резниченко А. М. Использование метода передачи данных с промежуточным хранением при передаче результатов радиоастрономических наблюдений. В статье рассмотрены особенности применения нового метода передачи данных с промежуточным хранением. Для эксперимента была выбрана такая отрасль науки как радиоастрономия. Эксперимент проходил на украинском радиотелескопе РТ-70 (г. Евпатория, Автономная республика Крым). В результате применения данного метода удалось существенно сократить время передачи необходимых объемов данных – в тридцать раз. Предложено и внедрено использование разработанного метода на уровне промышленной эксплуатации. В статье сформулированы рекомендации относительно дальнейшего применения данного метода при проведении радиоастрономических исследований и в других областях науки, где существует проблема передачи больших объемов данных.

Ключевые слова: данные, метод, радиоастрономия, промежуточное хранение, информационная технология

Tkachov V. M., Reznichenko O. M. Using the method for transfer of data with intermediate storage of the results of radio astronomy observations. This article describes the features of the application of method for transfer of data with intermediate storage. Radioastronomy was chosen for the experiment. The experiment took place in the Ukrainian radio telescope RT-70 (Evpatoria, Autonomous Republic of Crimea). As a result of this method was able to significantly reduce the transmission of the required data volumes - thirty times. Proposed and implemented the use of the method developed at the level of commercial operation. The paper makes recommendations for the further application of this method in conducting radio astronomy research in other areas of science where there is a problem transferring large amounts of data.

Keywords: data, method, radio astronomy, intermediate storage, information technology

Введение. Радиоастрономия является одной из бурно прогрессирующих областей фундаментальной науки, обогатившей знания о Вселенной результатами и фактами первостепенного значения [1]. Есть веские основания считать, что дальнейший прогресс радиоастрономии даст новые открытия, важные как для астрофизики, так и для физической науки в целом [1].

Важную лепту в научные достижения радиоастрономии вносят современные технологии обработки данных [2]. Однако проблема передачи научных данных остается не решенной в виду больших их объемов, резких изменений темпов их поступления и наличия в каналах передачи научных данных проблемных участков, в частности, участков последней мили. Требуется новые подходы к решению задачи своевременной доставки больших объемов данных на значительные расстояния (с большим числом хопов) в сетях с низкоскоростными участками (низкоскоростными по отношению к передаваемым объемам наукоемких данных).

В Радиоастрономическом институте НАН Украины было предложено несколько подходов к поиску решений данной задачи. Так, в 2013 году на радиотелескопе УТР-2 был

создан кластер для локальной обработки данных [3]. Но строительство более крупного радиотелескопа ГУРТ ставит новые задачи по обеспечению скорости передачи и обработки данных. С этой целью с 2013 года создается волоконно-оптический канал связи между институтом и радиотелескопом с пропускной способностью 10 Гб/с для обработки данных в Украинской грид-сети.

И хотя данные решения допустимы в условиях современного состояния финансирования отечественной науки, то строительство кластеров и ВОЛС к системе интерферометров УРАН (4 радиотелескопа) и радиотелескопу РТ-70 не представляется возможным.

В работе [4] предложен метод передачи данных с промежуточным хранением. Метод обеспечивает передачу больших объемов данных на значительные расстояния (с большим числом хопов) в сетях с низкоскоростными участками с максимальным использованием пропускной способности компьютерных сетей при сохранении качества передачи потокового трафика на удовлетворительном уровне. Данный метод позволяет передавать данные в условиях использования нестабильных и недостаточно скоростных каналов передачи данных, например в условиях отсутствия проводных или оптико-волоконных линий связи [4].

Целью статьи является описание условий и результатов проведения эксперимента по использованию метода передачи данных с промежуточным хранением для передачи радиоастрономических данных в условиях использования существующих каналов связи.

Условия проведения эксперимента по использованию метода передачи данных с промежуточным хранением при передаче результатов радиоастрономических наблюдений. Эксперимент по передаче научных данных проводился на радиотелескопе РТ-70 (г. Евпатория) в декабре 2013 года в рамках научно-исследовательской работы «Проведение научных космических исследований в рамках выполнения международных программ. Проведение наземно-космических интерферометрических исследований» (шифр «Наука-Интерферометр»). Работа радиотелескопа проводилась согласно утвержденного графика проведения радионаблюдений. Сеанс работы радиотелескопа состоял из 3 субсеансов. За субсеанс система регистрации формирует 4 файла научных данных по 18 ГБ (всего 216 ГБ). Данные не могут передаваться в режиме реального времени из-за неустойчивого канала связи. Поэтому они сохраняются на файловом сервере радиотелескопа.

Участок канала передачи данных «Радиотелескоп – точка включения к провайдеру» реализован в виде радиомоста с заявленной пропускной способностью 80 Мб/с (провайдер «Евпанет», г. Евпатория) [5]. Однако, предварительное тестирование канала связи для определения реальной скорости передачи данных в однопоточном режиме между узлами обмена радиоастрономическими данными дали результаты от 200 Кб/с до 5 Мб/с (Табл. 1).

Это объясняется как влиянием сложной климатической обстановкой для радиоканала, так и неэластичной маршрутизацией между узлами. Радиоастрономические данные, полученные на РТ-70, должны отправляться на файловый сервер Центра обработки данных Астрокосмического центра (АКЦ) Физического института им. П. Н. Лебедева РАН (г. Москва). Входная пропускная способность сервера – 300 Мб/с.

Предварительно были проведены эксперименты по передаче данных непосредственно с файлового сервера РТ-70 на файловый сервер АКЦ. Данные эксперименты показали, что суммарное время передачи данных одного сеанса работы РТ-70, составляет примерно 720 часов (30 суток). Это означает, что передачу данных нельзя осуществить за приемлемое время. В данном случае приемлемым считается время эквивалентное времени межсеансового простоя радиотелескопа РТ-70.

Считается, что во время очередного сеанса передача данных не осуществляется.

Итак, условиями при проведении эксперимента являлись:

- время передачи радиоастрономических данных не должно быть больше межсеансового времени;
- большие объемы передаваемых данных;

- нерегулярное наличие данных для передачи (непосредственно после научных наблюдений);
- наличие каналов связи с отдельными участками, характеризующимися низкой пропускной способностью по сравнению с другими участками данного канала и по отношению к передаваемым объемам данных;
- наличие каналов связи с отдельными участками, характеризующимися нестабильной работой;
- наличие большого количества транзитных участков (хопов) между источником и получателем данных.

Результаты тестирования канала передачи данных Табл. 1

Дата тестовой передачи	Результат
29.11.2013 10:00	1584 Кб/с
30.11.2013 10:00	3205 Кб/с
01.12.2013 10:00	2041 Кб/с
03.12.2013 10:00	2085 Кб/с
03.12.2013 17:00	2003 Кб/с
04.12.2013 10:00	352 Кб/с
04.12.2013 18:00	1048 Кб/с
05.12.2013 10:00	209 Кб/с
05.12.2013 14:00	835 Кб/с
05.12.2013 18:00	4069 Кб/с
05.12.2013 23:00	4952 Кб/с
08.12.2013 12:00	4821 Кб/с
08.12.2013 18:00	4874 Кб/с
08.12.2013 19:00	4083 Кб/с

Результаты проведения эксперимента по использованию метода передачи данных с промежуточным хранением при передаче результатов радиоастрономических наблюдений. Согласно метода передачи данных с промежуточным хранением [4], было выбрано 3 промежуточных сервера хранения данных, обеспечивающих передачу данных с промежуточным хранением.

Первый сервер был выбран в сети провайдера «Evranet» [5], к которому подключен радиотелескоп РТ-70 (г. Евпатория). Промежуточный сервер хранения данных (ПСХД) представлял собой виртуальную вычислительную машину на сервере провайдера «Evranet». Выбор промежуточного сервера хранения данных обоснован высокоскоростным участком канала связи между радиотелескопом РТ-70 и сервером (в локальной сети скорость 80 Мб/с) и исходящей скоростью в сеть Интернет (1 Гб/с). Параметры приведены в Табл. 2.

Параметры ПСХД

Табл. 2

Размещение ПСХД	Адрес	Пропускная способность, Мб/с		Дисковая квота, ТБ
		Входящая	Исходящая	
Евпатория	rt70.rian.kharkov.ua	80	1000	0,2
Харьков	rout-1.rt70.rian.kharkov.ua	1000	512	1
Харьков	nordug.rian.kharkov.ua	10000	1000	30

Два промежуточных сервера хранения данных были установлены в г. Харьков. Один размещен в компьютерной сети Радиоастрономического института НАН Украины (грид-кластер) [2]. Второй – в компьютерной сети провайдера «Триолан» [6].

Данные передавались в мультипоточковом режиме. Максимально возможное количество одновременных потоков было ограничено десятью. Ограничение было установлено со стороны Астрокосмического центра.

Рассматривалось две технологии для передачи данных: FTP [7] и Bit-Torrent Sync [8]. В качестве используемой была выбрана технология передачи данных FTP.

Обоснованием для выбора являлась простота в использовании, разнообразие программного обеспечения и отсутствие необходимости шифрования данных.

Эксперимент проходил в четыре этапа (Рис. 1) с 10 по 16 декабря 2013 г.



Рис. 1. Схема проведения эксперимента

На первом этапе радиоастрономические данные передавались через совокупность ПСХД «Евпатория-Харьков (РИ НАНУ)».

На втором – «Евпатория-Харьков (Триолан)».

На третьем – параллельно по двум предыдущим направлениям «Евпатория-Харьков» (по 5 потоков на каждое из плеч).

В конце была проверка передачи с использованием одного ПСХД в Евпатории. Результаты приведены в Табл. 3.

Выводы. В статье описан эксперимент по передаче данных с использованием метода передачи данных с промежуточным хранением при радиоастрономических наблюдениях на радиотелескопе РТ-70.

Использование нового метода передачи данных сократило время передачи радиоастрономических данных одного сеанса от радиотелескопа РТ-70 в Центр обработки данных почти в 30 раз: с 30 суток до 25 часов.

Это позволило проводить за приемлемое время полный цикл обработки радиоастрономической информации радиотелескопов, участвующих в международном проекте «Радиоастрон» [9], в Центре обработки данных АКЦ ФИ РАН.

Результаты передачи данных с различным территориальным размещением промежуточных серверов хранения данных Табл. 3

Используемая совокупность ПСХД	Время передачи данных одного сеанса научных наблюдений
«Евпатория-Харьков (РИ НАНУ)»	28 ч. 48 м.
«Евпатория-Харьков (Триолан)»	32 ч. 21 м.
«Евпатория-Харьков»	24 ч. 42 м.
Только «Евпатория»	~200 часов
Без использования ПСХД	~720 часов

25 декабря 2013 г. разработанный метод внедрен на уровне промышленной эксплуатации и был рекомендован для применения на различных радиоастрономических обсерваториях с нестабильными и недостаточно скоростными каналами связи.

В настоящее время рассматривается возможность использования данного метода при передаче данных на радиотелескопе УРАН-2 [10] Полтавской гравиметрической обсерватории Института геофизики им. С. И. Субботина Национальной академии наук Украины [11].

Литература

1. Литвиненко Л. Н. Радиоастрономический институт НАН Украины, 25 лет / Л. Н. Литвиненко, Д. М. Ваврив, А. А. Коноваленко и др. – Харьков : ИПП «Контраст», 2010. – 304 с.
2. Ткачѐв В. Н. Использование грид-технологий в решении задач радиофизики и радиоастрономии / В. Н. Ткачѐв, В. В. Захаренко, Я. Ю. Васильева, Ю. А. Царин, Е. Ю. Банникова, В. В. Илюшин, В. Е. Саваневич, О. В. Герасименко, О. Б. Анненков, С. Ф. Кулишенко, Д. Ф. Кулишенко // Радиофизика и радиоастрономия. – 2013. – Т. 18, № 2. – С. 176-178.
3. Ткачев В. Н. Создание кластера обработки транзиентных сигналов на радиотелескопе УТР-2 / В. Н. Ткачев, А. М. Резниченко, В. В. Захаренко, В. М. Лисаченко, В. В. Борцов // I Международная научно-практическая конференция «Проблемы инфокоммуникаций. Наука и технологии» (PICS&T-2013). Секция "Методы построения, проектирования и планирования инфокоммуникационных систем". – Харьков, ХНУРЭ. – 9-11 октября 2013 г. – С. 119-121.
4. Саваневич В. Е. Метод передачи данных с промежуточным хранением / В. Е. Саваневич, В. Н. Ткачев // Системы обработки информации. – 2014. – № 7 (123).
5. Офіційний сайт провайдера «Евпанет» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.evpanet.com/>
6. Офіційний сайт групи координаторів ЦКС кампусів ХНУРЕ [Електронний ресурс] – 2014. – Режим доступу: <http://knure.info/>
7. J. Klensin, A. Hoenes. FTP Command and Extension Registry / Internet Engineering Task Force [Електронний ресурс]. – 2010. – Режим доступу : <https://tools.ietf.org/html/rfc5797>
8. Farina J., Scanlon M. and Kechadi M-T. BitTorrent Sync: First Impressions and Digital Forensic Implications, Digital Investigation. – Volume 11, Supplement 1. – 2014. – Pages S77-S86.
9. Официальная страница проекта «Радиоастрон» [Електронний ресурс] – 2014. – Режим доступу: <http://www.asc.rssi.ru/radioastron/rus>.
10. Сторінка радіотелескопу УРАН-2 на сайті РІ НАНУ [Електронний ресурс] – 2014. – Режим доступу: <http://rian.kharkov.ua/index.php/ru/decameter-structure/uran-2>.
11. Офіційний сайт Інституту геофізики НАН України [Електронний ресурс] – 2014. – Режим доступу: <http://www.igph.kiev.ua/rus>.