

УПРАВЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИМ ЭКСПЕРИМЕНТОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ GSM-СЕТЕЙ

С.А. Кипрушкин, А.А. Когут, С.Ю. Курсков, А.Ю. Лукьянов

Современные лабораторные комплексы обычно представляют собой распределенные системы управления экспериментом, предоставляющие доступ к своим ресурсам через сеть Интернет. Однако для повышения доступности лабораторных комплексов и, в тоже время, усиления их защиты от несанкционированного доступа разумно разрабатывать альтернативные концепции управления экспериментом. Причем реализации данных концепций могут выступать как в качестве резервных или параллельных, так и в качестве основных форм доступа к лабораторному оборудованию. В частности, можно реализовать дистанционное управление оборудованием посредством GSM-сетей. Использование GSM-устройств позволяет обеспечить связь экспериментатора, находящегося практически в любой точке планеты, с автоматизированным лабораторным комплексом, который даже не имеет выхода в глобальную компьютерную сеть. Плюсами такого подхода можно считать возможность оперативного мониторинга экспериментальной установки, а также значительную экономию времени и средств, которые были бы потрачены экспериментатором при непосредственном обслуживании аппаратуры в процессе длительных измерений.

На физико-техническом факультете Петрозаводского государственного университета создана распределенная информационно-измерительная и управляющая система для поддержки научно-образовательного процесса [1-5]. В состав гетерогенной системы входят программы-клиенты, осуществляющие непосредственное управление экспериментом, коммуникационный сервер, являющийся интегрирующим звеном системы, серверы оборудования (КАМАК-сервер, сервер канала общего пользования (GPIB), сервер микроконтроллеров Intel MCS-196, сервер Ethernet-устройств, сервер цифрового осциллографа GDS-840 и др.), измерительные и исполнительные устройства комплекса, а также сервер базы данных. Программное обеспечение системы реализовано на языке Java. Данная система предназначена для исследования процессов возбуждения при атомных столкновениях, проведения лабораторных работ по спектроскопии пучковых и плазменных объектов, а также изучения магистрально-модульных интерфейсов в рамках курса "Автоматизированные системы для научных исследований" и в курсе "Организация удаленного доступа к автоматизированным системам обработки информации и управления". Доступ к оборудованию системы обеспечивается по сетям, функционирующим на базе стека протоколов TCP/IP.

Целью данной работы являлось обеспечение доступа к распределенной системе посредством GSM-сетей путем создания сервера GSM-терминала, реализующего взаимодействие последнего с коммуникационным (центральным) сервером системы, а также разработка специализированного программного обеспечения для сотовых телефонов, обеспечивающее быстрое и эффективное формирование пакетов команд, и их пересылку на сервер системы с помощью сервиса SMS-сообщений.

Структура распределенной системы управления физическим экспериментом показана на рис. 1.



Рис. 1. Структура распределенной системы управления физическим экспериментом

Для работы с мобильными устройствами в систему введен сотовый терминал Siemens TC65 с поддержкой GSM 850/900/1800/1900 МГц, GPRS Class 12, поддержкой стандартных промышленных интерфейсов и Java-платформой разработки программного обеспечения для создания собственных приложений. Java-среда позволяет запускать приложения непосредственно на микропроцессоре терминала. Терминал имеет встроенный стек протоколов TCP/IP; безопасность среды передачи данных обеспечивается использованием протоколов HTTPS и SSL.

Разработанный сервер GSM-терминала обеспечивает обмен пакетами между GSM-клиентами и коммуникационным сервером распределенной системы. Сервер терминала работает на персональном компьютере и взаимодействует с терминалом по интерфейсу RS-232. По сути, он является связующим звеном между экспериментатором и распределенной информационно-измерительной и управляющей системой.

Пакеты команд, формируемые мобильным телефоном, состоят из инструкций для серверов оборудования распределенной системы, ответные сообщения содержат информацию о состоянии системы и результатах выполнения полученного пакета.

Терминал получает инструкции от сотовых устройств посредством SMS-сообщений, которые могут быть набраны на мобильном телефоне вручную или с помощью специализированных прикладных программ, в том числе с поддержкой шифрования. Далее терминал извещает сервер о принятом сообщении (отдельном кадре или пакете). Сервер терминала принимает кадры и передает их коммуникационному серверу, выступая в роли стандартного клиента автоматизированной установки. Обратная связь также осуществляется с помощью SMS-сообщений, что позволяет оперативно отслеживать состояние заявки на выполнение команд и, собственно, хода эксперимента. Сервер написан на языке Java.

Сервер терминала (как и любой сервер оборудования системы) имеет типовую структуру и отличается лишь библиотекой методов, реализующих взаимодействие с GSM-терминалом. Он представляет собой сервер последовательной обработки запросов. В состав сервера входят следующие классы:

1. GSMS – основной класс сервера. Реализует "прослушивание сети", подключение коммуникационного сервера, обеспечивает инициализацию терминала и перевод его в режим ожидания сообщений;
2. CServerProtocol – в данном интерфейсе определены коды операций, ошибок и другие константы коммуникационного протокола;
3. QueryToEServer – в данном классе определен объект "кадр запроса" к серверу и методы для работы с этим объектом;
4. ReplyFromEServer – в данном классе определен объект "кадр ответа" и методы для работы с этим объектом;
5. GSMLib – этот класс содержит библиотеку методов для работы с терминалом. Методы этой библиотеки реализуют передачу терминалу AT-команд, а также прием и передачу данных. Для выполнения операций ввода-вывода через COM-порт данный класс обращается к внешним методам, написанным на Си.

В пакетном режиме системе передается короткая последовательность укрупненных команд, после чего клиент отключается от системы. Коммуникационный сервер, получив команду "начало передачи пакета", сохраняет все последующие команды в файл, пока не получит команду "конец пакета". После этого сервер начинает рассылку полученных команд соответствующим серверам оборудования для их исполнения, считывая их из файла. После завершения последовательности команд, клиент получит уведомление о возможности получения результатов. При возникновении сбоев оборудования клиенту, в соответствии с прикладным протоколом системы, высылается сообщение об ошибке. В случае фатальной ошибки выполнение пакета прекращается и клиенту передается соответствующее сообщение.

Разработанное программное обеспечение для мобильного телефона представляет собой средство формирования пакета инструкций для удаленного управления оборудованием. Пакет состоит из совокупности кадров, определяемых протоколом распределенной информационно-измерительной системы. Кадр протокола обмена данными между мобильным устройством и коммуникационным сервером содержит поле адреса, кода функции, типа данных, ключа (предназначено для администрирования системы) и данных. Пользовательский интерфейс программы предоставляет возможность последовательного ввода кадров путем их выбора из списка с дальнейшим сохранением в виде пакета. По команде на передачу пакета программа шифрует пакеты и инициирует процедуру отправки SMS-сообщения. Предпоследний кадр отправляемого SMS-пакета задает значение временного интервала между сообщениями, информирующими экспериментатора о состоянии эксперимента. Получение пакета подтверждается коммуникационным сервером. Специализированное программное обеспечение написано на языке Java и предназначено для телефонов, поддерживающих мобильную платформу Java2ME.

Отметим, что реализованный метод доступа к ресурсам распределенной системы имеет особое значение при прохождении дистанционного обучения и выполнении отдельных лабораторных работ в курсе очного обучения, поскольку в компьютерных классах, корпусах и лабораториях возможны изменения конфигурации и

политик безопасности сетей. Предложенный способ позволяет обойти локальные сети и обеспечивает постоянный доступ к системе.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гаврилов С.Е., Жиганов Е.Д., Кипрушкин С.А., Курсков С.Ю. Распределенная информационно-измерительная система для удаленного управления экспериментом в области оптической спектроскопии // Научный сервис в сети Интернет: Тр. Всерос. науч. конф. (23 – 28 сент. 2002 г., г. Новороссийск). М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. С.157-159.
2. Kiprushkin S.A., Korolev N.A., Kurskov S.Yu. Sharing of instrument resources on the basis of distributed information measurement system // Proceedings of the Second IASTED International Multi-Conference on Automation, Control, and Information Technology – Automation, Control, and Applications: ACIT-ACA 2005 (June 20 – 24, 2005, Novosibirsk, Russia). Novosibirsk: ACTA Press, 2005. P. 170-175.
3. Кашуба А. С., Курсков С. Ю. Распределенная система управления физическим экспериментом // Информационные технологии моделирования и управления. 2006. № 9 (34). С. 1166-1171.
4. Кипрушкин С.А., Курсков С.Ю., Королев Н.А. Защита ресурсов и пакетный режим работы распределенной системы управления физическим экспериментом // Научный сервис в сети Интернет: многоядерный компьютерный мир. 15 лет РФФИ: Тр. Всерос. науч. конф. (24 – 27 сентября 2007 г., г. Новороссийск). М.: Изд-во МГУ, 2007. С. 281-283.
5. Kurskov S.Yu., Kiprushkin S.A., Korolev N.A. Laboratory Complex for Education and Research Support // Proceedings of the Conference "Information Technology for Education and Training": iTET 2007 (September 26 – 28, 2007, Prague, Czech Republic). Prague, 2007.