

УДК 681.3

А.Л. Ерохин<sup>1</sup>, А.В. Литвиненко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Харьковский национальный университет внутренних дел, Харьков

<sup>2</sup>Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПРИЕМА-ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОЙ СЕТИ

*В статье предлагается методика и принципы создания программных средств (иллюзов), осуществляющих прием данных с медицинских устройств и их передачу по сети. На основе анализа протоколов передачи медицинских данных разработана унифицированная структурная модель программного модуля взаимодействия с медицинским устройством. Предложен метод эффективной передачи больших объемов данных в сетях с возможным обрывом соединения.*

**Ключевые слова:** телемедицинская сеть, прием и передача данных, программные средства.

### Введение и постановка задачи

Компьютерные системы сбора и передачи медицинской информации актуальны сегодня для всех структур здравоохранения. Вместе с тем, ориентация на решение узких, локальных вопросов, отсутствие стандартных способов преобразования и передачи медицинских данных в едином информационном пространстве, как, впрочем, и отсутствие такового, становятся существенными препятствиями на пути эффективной информатизации здравоохранения. В результате возникает противоречие между постоянно растущими информационными потребностями и уровнем информационного обеспечения учреждений здравоохранения [1].

Медицинскую информационную систему, в состав которой входили бы только компоненты, разработанные одним производителем, создать невозможно. Это объясняется тем, что в настоящее время большое количество медицинской техники оснащено

компьютерами со своим программным обеспечением. Такие программы либо не имеют возможности общаться с другими компонентами, либо могут общаться в некоем своем формате, либо поддерживают тот или иной стандарт обмена информацией [1].

На сегодняшний день следует признать, что ключевую роль для внедрения информационных технологий в медицине играет стандартизация. В последние десятилетия наибольшие усилия специалистов по медицинской информатике были сосредоточены в двух основных предметных областях: стандартизация медицинской терминологии и стандартизация передачи медицинских данных [1]. Существует большое количество различных стандартов для передачи всех видов медицинской информации: ASTM, ASC X12, IEEE/MEDIX, NCPDP, HL7, DICOM и т.п. Каждая группа по разработке стандартов имеет некоторую специализацию, так ASC X12N занимается внешними стандартами обмена

электронными документами, IEEE P157 – стандартами обмена медицинскими данными, ACR/NEMA DICOM – стандартами, связанными с обменом изображениями, HL7 – одноименным стандартом обмена, управления и интеграции электронной медицинской информации [2].

Поскольку в телемедицинскую сеть могут быть включены различные медицинские устройства, отличающиеся поддерживаемыми коммуникационными интерфейсами и протоколами передачи данных, существует необходимость в создании унифицированной модели взаимодействия медицинского устройства и программного средства приема данных, которая позволит абстрагироваться от физической среды передачи, а также с легкостью изменять параметры различных уровней взаимодействия. В данной статье проводится анализ существующих протоколов передачи медицинских данных с целью построения унифицированной структурной модели программного модуля взаимодействия с медицинским устройством.

После приема данных с медицинского устройства программный шлюз осуществляет их передачу удаленному серверу телемедицинской сети для регистрации, обработки и последующей отправки конечному получателю – специализированному врачу-консультанту. Поскольку существует множество различных способов передачи данных по сети, необходимо выбрать среди них наиболее качественный, т.е. обеспечивающий наиболее эффективную передачу больших объемов данных в сетях с возможным обрывом соединения. Этому анализу и посвящена вторая часть данной статьи.

## 1. Анализ протоколов передачи медицинских данных

Протоколы передачи данных — это набор соглашений, который определяет обмен данными между различными программами (или включенными в сеть устройствами, когда речь идет о сетевых протоколах). Разные протоколы зачастую описывают лишь разные стороны одного типа связи; взятые вместе, они образуют стек протоколов.

Наиболее распространенной системой классификации сетевых протоколов является так называемая модель OSI (Open Systems Interconnection), в соответствии с которой протоколы делятся на 7 уровней по своему назначению — от физического (формирование и распознавание электрических или других сигналов) до прикладного (API для передачи информации приложениями).

Современные стандарты передачи медицинских данных устанавливают единый протокол передачи данных как между специализированным медицинским оборудованием и компьютеризированной системой управления, так и между компьютерными системами различных производителей. Как правило, стандарты не накладывают ограничений на физический уровень протокола взаимодействия, а опреде-

ляют минимально необходимые требования.

С точки зрения модели OSI прием данных компьютерной системой с медицинского устройства выглядит так, как представлено на рис. 1. Полная модель взаимодействия компьютерной системы и медицинского устройства состоит из 7 уровней (верхняя часть рис. 1).



Рис. 1. Прием данных компьютерной системой с медицинского устройства

С точки зрения разработки модуля приема данных с медицинского устройства полная 7-уровневая модель взаимодействия упрощается до 5-уровневой (нижняя часть рис. 1), в которой сетевой уровень удаляется, а физический и канальный - объединяются в один уровень, представляющий взаимодействие с физической средой передачи посредством уже созданного драйвера порта.

После определения всех уровней взаимодействия структурная модель модуля приема данных с медицинского устройства выглядит так, как представлено на рис. 2.

Модуль приема данных с медицинского устройства включает в себя следующие компоненты:

1) Device Communication Shell – главный компонент модуля, инициирующий прием данных и информирующий о его завершении;

2) Data Decoder – компонент, осуществляющий преобразование полученных данных в формат, понятный приложению;

3) Session – компонент, реализующий протокол управления сеансом связи между приемником и передатчиком данных;

4) Transport – компонент, реализующий транспортный протокол передачи данных и контролирующий целостность принимаемых данных;

5) Physical Layer – компонент, отвечающий за инициализацию соединения и взаимодействие с физической средой передачи данных (например, открытие/закрытие COM-порта и чтение/запись из него).

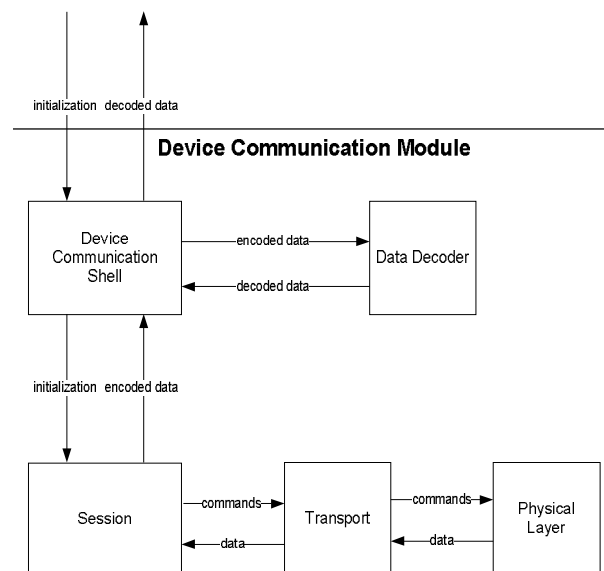


Рис. 2. Структурная модель модуля приема данных с медицинского устройства

Таким образом, разделением модуля приема данных с медицинского устройства на несколько компонент достигается гибкость в использовании и модификации. Например, возможно вносить дополнения в компонент декодирования данных, не затрагивая другие, а заменой транспортного компонента обеспечить поддержку необходимого транспортного протокола либо же абстрагироваться от реальной аппаратуры путем замены компонента физического уровня.

## 2. Методы эффективной передачи данных по сети

Программный шлюз телемедицинской сети, осуществив прием данных с медицинского устройства, инициирует отправку принятых данных на сервер. В данной части статьи будут рассмотрены методы организации взаимодействия программных компонентов по сети, обеспечивающие эффективную передачу данных.

Под эффективностью передачи данных понимается обеспечение гарантированности доставки данных от отправителя к получателю за приемлемое время. В телемедицине нередко возникает необходимость в передаче больших объемов данных по сети, что становится существенной проблемой для сетей с частым обрывом соединений (например, при использовании коммутируемой телефонной линии). Очевидно, что в таком случае проблемы, связанные с физической средой передачи, должны решаться на более высоких уровнях сетевой модели взаимодействия.

Эффективность передачи данных – это, прежде всего, два аспекта: гарантированность доставки и скорость. Гарантированность доставки данных по сети обеспечивается протоколами транспортного уровня. Классический пример такого протокола – TCP (Transmission Control Protocol). TCP – это протокол с установлением соединения, предоставляющий коррекцию ошибок и гарантированную доставку данных через так называемое управление передачей. Управление передачей определяет, когда поток данных необходимо остановить и заново отправить предыдущие пакеты данных вследствие коллизий. Альтернативой TCP является протокол пользовательских дейтаграмм UDP (User Datagram Protocol), который является протоколом без установления соединения и редко используется для передачи важных данных, поскольку в нем отсутствует управление передачей или другие способы гарантированной доставки данных.

UDP обычно используется в приложениях для передачи потокового аудио или видео, в которых он является быстрее TCP из-за отсутствия коррекции ошибок и управления передачей, и где потеря нескольких пакетов не является катастрофической. Очевидно, что при разработке модуля взаимодействия с сервером программисту не придется реализовывать протокол транспортного уровня, вместо этого он будет использовать API для реализации взаимодействия по протоколу прикладного (более верхнего) уровня. Но с другой стороны необходимо понимать преимущества и недостатки протоколов, которые используются на нижних уровнях взаимодействия.

Что касается скорости передачи данных, то она, как правило, зависит от трех компонент: скорости локального интерфейса (скорость соединения между компьютером и подключенным к нему модемом), скорости соединения (скорость, с которой данные передаются между модемами по линиям связи) и скорости удаленного интерфейса (скорость, с которой данные передаются между принимающим модемом и компьютером). Недостаточная скорость передачи данных обуславливается объективными ограничениями сетевого оборудования, искусственными ограничениями со стороны провайдера Интернет услуг либо же временной загруженностью канала связи. Очевидно, что этот вопрос выходит из поля ответственности программиста. Но возникает необходимость в адаптации к существующим условиям, т.е. организации более рациональной передачи данных.

При передаче больших объемов данных в сетях с возможным обрывом соединений возникает необходимость в повторной пересылке данных. Но если за один раз передается большой блок данных и происходит обрыв соединения, то повторная отправка данных является крайне нежелательной. Поэтому данные, предназначенные для передачи, следует разделять на фиксированные блоки меньшего размера и передаваться по отдельности (рис. 3).

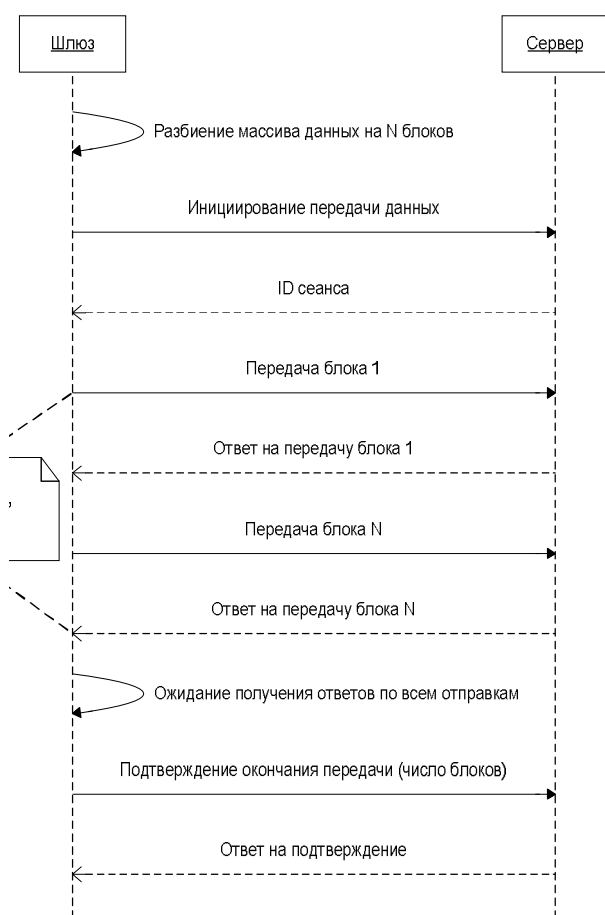


Рис. 3. Передача данных между программным шлюзом и сервером

Такой способ взаимодействия состоит из следующих этапов:

1) Шлюз осуществляет разбиение массива данных на блоки меньшего размера и инициирует передачу данных путем отправки на сервер соответствующего сообщения;

2) В ответ сервер возвращает идентификатор сеанса передачи, который будет передаваться во всех последующих сообщениях со стороны шлюза;

3) Далее осуществляется отправка каждого блока данных с указанием индекса блока (для определения сервером последовательности блоков);

4) Сервер в ответ присылает подтверждение факта приема блока. Если такое подтверждение не пришло в течение определенного времени либо же произошел разрыв соединения, то отправка текущего блока повторяется (операции отправки блоков данных могут выполняться в нескольких потоках, поскольку они являются независимыми, и нет необходимости в их синхронности);

5) Шлюз ожидает завершения отправки всех блоков (если она осуществлялась асинхронно) и сигнализирует серверу о том, что все блоки были переданы, путем передачи отдельного сообщения с указанием количества переданных блоков;

6) Сервер проверяет наличие всех блоков и осуществляет их соединение в соответствии с индексами.

Предложенный подход имеет следующие преимущества:

1) При обрыве соединения осуществляется повторная передача не всех данных, а лишь конкретного блока;

2) Шлюз имеет возможность осуществлять отправку блоков данных в любой последовательности. Имеет смысл использовать несколько потоков для более быстрой передачи данных;

3) Отправка подтверждения об окончании передачи данных с указанием общего количества блоков позволяет перенести логику определения завершения передачи на сторону шлюза. Если бы шлюз сигнализировал об окончании передачи путем установки соответствующего флага в передаваемом сообщении, то это исключало бы возможность использования многопоточности при отправке.

Недостатком этого подхода является необходимость реализации логики сборки данных на сервере и осуществление удаления временных данных (блоков), если шлюз по какой-то причине не смог завершить передачу данных.

## Выводы

На основании проведенного анализа протоколов передачи медицинских данных была предложена унифицированная структурная модель программного модуля взаимодействия с медицинским устройством, которая обеспечивает гибкость в использовании и модификации, и тем самым позволяет абстрагироваться от конкретной физической среды передачи.

В результате анализа особенностей взаимодействия программных компонентов по сети был предложен метод эффективной передачи больших объемов данных в сетях с возможным обрывом соединений.

## Список литературы

1. Сайт Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cplire.ru/mac/telemed/index.htm>.
2. Лях Ю.Е. Введение в телемедицину. Серия «Очерки биологической и медицинской информатики» / Ю.Е. Лях, А.В. Владимировский. – Донецк: «Лебедь», 1999. – 102 с.
3. Филимонов А. Построение мультисервисных сетей Ethernet / А. Филимонов. – СПб.: «БХВ-Петербург», 2007. – 592 с.
4. XMODEM Protocol Overview [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.techheap.com/communication/modems/xmodem.html>.

Поступила в редколлегию 1.04.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. И.П. Захаров, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

## РОЗРОБКА ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ПРИЙМАННЯ-ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ В ТЕЛЕМЕДИЧНІЙ МЕРЕЖІ

А.Л. Єрохін, А.В. Литвиненко

*У статті пропонується методика і принципи створення програмних засобів (програмних шлюзів), що здійснюють прийом даних з медичних пристроїв і їх передачу по мережі. Проводиться аналіз існуючих протоколів передачі медичних даних, пропонується уніфікована структурна модель програмного модуля взаємодії з медичним пристроєм. Також розглядаються особливості взаємодії програмних компонентів по мережі, пропонується метод ефективної передачі великих об'ємів даних у мережах з можливим обривом з'єднання.*

**Ключеві слова:** телемедична мережа, прийом і передача даних, програмні засоби.

## DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR DATA RECEIVING AND TRANSMITTING IN A TELEMEDICAL NETWORK

A.L. Yerokhin, A.V. Lytvynenko

*The technique and principles of creation of software (program gateways) that receives data from medical devices and transmits them over a network are offered in the article. The analysis of existing protocols of the medical data transfer is carried out; the unified structural model of the program unit of interaction with the medical device is offered. Also features of interaction of program components over a network are considered, the method of effective transmission of great volumes of data in networks with a possible breakaway of connection is offered.*

**Keywords:** telemedical network, reception and communication of data, programmatic facilities.