

УДК 681.5

К.А. Бохан, С.В. Гуржий

Национальный аэрокосмический университет им. М.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков

ПРОТОКОЛ ОБМЕНА СТРУКТУРИРОВАННЫМИ ДАННЫМИ В ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ

Рассматриваются вопросы обмена данными различного типа (текст, аудио, видео) в телемедицинских системах. Предлагается универсальный протокол обмена медицинскими мультимедиа данными в распределенных медицинских системах.

телемедицина, телеконференция, контейнер данных, протокол, сжатие

Введение

Сегодня в стране быстро растёт количество современной медицинской аппаратуры: кардиологические комплексы, ультразвуковые аппараты, компьютерные томографы и т.д. Однако, в силу неполного использования современных медицинских знаний, новые методики внедряются на местах крайне неэффективно. Как показывает опыт, уровень диагностики и лечения в центральных клиниках значительно превосходит уровень практического здравоохранения в стране, даже при том, что разница в уровне оснащения не велика. Таким образом, важной задачей становится организация принципиально нового взаимодействия работников практического здравоохранения с центральными научно-диагностическими учреждениями, так чтобы практическое здравоохранение в регионах могло бы оказывать высококвалифицированную помощь населению, используя имеющееся оборудование и интеллектуальный потенциал лучших клиник страны.

Активно развивающиеся в стране современные средства связи (спутниковая, оптоволоконная, ра-

диорелейная) позволят объединить региональные и центральные лечебные учреждения в единую сеть и таким образом обеспечить “доставку интеллектуального потенциала лучших клиник страны в те места, где в нем экстренно нуждаются”. Большие перспективы в этом плане сулит “телемедицина” – направление медицины, основанное на использовании современных компьютерных и телекоммуникационных технологий для адресного обмена медицинской информацией между специалистами с целью повышения качества и доступности диагностики и лечения конкретных пациентов.

Возможности использования телемедицины разнообразны и раскрываются по мере накопления опыта, они, несомненно, могут оказать значительное воздействие на решение всех функций системы здравоохранения: на развитие и координацию науки, профилактику заболеваний, экстренную и плановую помощь при заболеваниях, подготовку и усовершенствование кадров, маневрирование материально-техническими ресурсами, управление системой и повышение эффективности ее функционирования как в чрезвычайных ситуациях, так и при решении

типовых задач в плановом порядке [1]. Формы применения телемедицинских технологий для решения задач здравоохранения:

- телеконференции (научные, научно-практические, методологические и др.);
- телеконсилиумы (двух - и многосторонние);
- консультации и организационная помощь при экстренных и чрезвычайных ситуациях (бедствия, аварии, травмы, эпидемии и др.);
- дистанционный мониторинг больных (ЭКГ и пр.);
- автоматизированные истории болезни (что особенно важно в страховой медицине). При необходимости может осуществляться передача содержащейся в них информации (при переезде пациента в другой город, при заочных консультациях и пр.), включая передачу неискаженных изображений (ЭКГ, рентгенограммы, УЗИ, лабораторные данные, др.);
- телеступ в научные Базы данных в центральных учреждениях Украины, стран СНГ и в зарубежных научных центрах;
- взаимодействие с Международными сетями и системами телемедицины и телекоммуникаций (ВОЗ, НИЗ, др.) [2].

На сегодняшний день развитие телемедицины затруднено отсутствием единых стандартов для объединения разнородных форматов медицинских данных и создания единого цифрового набора для его дальнейшей пересылки. Фирмы – разработчики медицинского оборудования основываются на собственных стандартах, которые закрыты, зачастую несовместимы с аналогичными системами других фирм, и могут изменяться в последующих разработках и модификациях уже существующего оборудования. Проблема совместимости телемедицинского оборудования поднималась в [3]. Попытки стандартизации форматов хранения и отображения медицинских данных привели к появлению нескольких стандартов, наиболее известным из которых являются "Health Level 7" (HL-7), DICOM3, но которые всеобщего распространения не получили. Исходя из вышесказанного, очевидна необходимость в едином универсальном протоколе представления и обмена медицинскими данными.

1. Требования к протоколу обмена данными в распределенных медицинских системах

Для решения большинства задач телемедицины необходим режим видеоконференции, когда врачи в отдаленном медицинском учреждении и в центральном институте видят друг друга и пациента, могут разговаривать между собой. Однако этого недостаточно, поскольку основную информацию при сложных диагностических случаях врач получает в виде изображений внутренних органов или биопсий. Это микроскопические, рентгеновские, ультразвуковые, радиоизотопные исследования и их более сложные аналоги, как компьютерная томография, динамическая ангиогра-

фия. В качестве среды передачи данных, как правило, используются уже существующие каналы связи, имеющие ограниченную пропускную способность. Поэтому телемедицинские системы должны:

- обеспечивать обмен связанными данными различной природы (аудио и видео данных, изображений, получаемых с диагностической аппаратуры, таблиц закодированной информации и/или свободного текста) между узлами системы в реальном масштабе времени [4];
- обеспечивать минимальную избыточность передаваемых данных;
- предоставлять возможность выбирать параметры качества видео, аудио и других типов данных, а именно: изменять разрешения изображений в широких пределах, изменять количество передаваемых кадров в секунду, изменять алгоритм и степень сжатия видеоизображений, и т.д.
- использовать существующие универсальные транспортные протоколы.

2. Универсальный контейнер медицинских данных

Исходя из предъявленных требований, предлагается универсальный формат данных для обмена разнородной информацией в распределенных медицинских системах. Предлагаемый формат данных представляет собой универсальный контейнер данных, основанный на формате XML. Наиболее важные достоинства XML:

- XML – это формат, одновременно понятный и человеку и компьютеру;
- в формате XML могут быть описаны основные структуры данных – такие как записи, списки и деревья;
- имеет строго определенную синтаксис и требования к парсингу, что позволяет ему оставаться простым, эффективным и непротиворечивым;
- XML не зависит от аппаратной и программной платформы [5].

Универсальный контейнер медицинских данных (УКМД) представляет собой структуру, состоящую из корневого элемента, который включает в себя элементы следующего уровня, которые в свою очередь могут включать элементы следующего уровня и т.д. Каждый элемент данного уровня содержит: обозначение типа данных, которые он включает; имени кодера, которым упакованы эти данные; размер данных. На рис. 1 представлена упрощенная структура УКМД, цифрами обозначены следующие элементы: 1 – корневая сущность, которая содержит имя пациента; 2 – сущность, содержащая данные; 3 – атрибут, указывающий имя кодера, которым упакованы данные; 4 – атрибут, содержащий размер данных сущности; 5 – данные в формате base64. Как видно из рисунка, для каждой сущности (данные пациента, история болезней, рентгеновский снимок и т.д.) определяется соответствующий тэг, по которому можно определить, какие данные со-

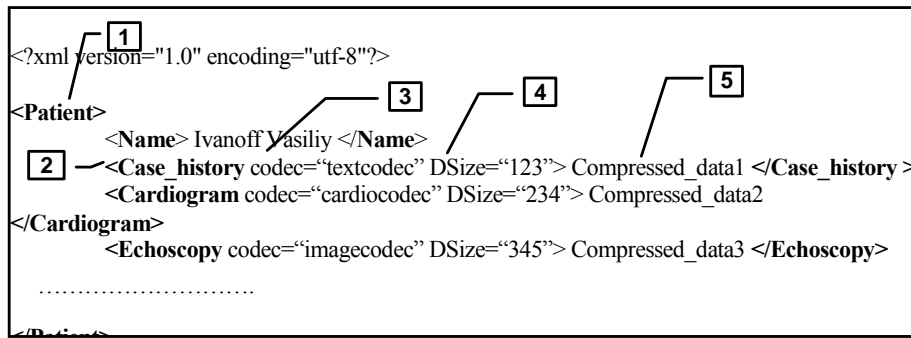


Рис. 1. Упрощённый пример содержимого УКМД

держит элемент. В параметрах тэга указывается тип кодера, с помощью которого закодированы данные, длина данных и др. информация, необходимая для правильного извлечения данных.

Описанный УКМД можно использовать как для асинхронного обмена медицинскими данными, так и для синхронного обмена в режиме реального времени. В первом случае УКМД содержит всю запрашиваемую информацию: кардиограмму за определенный момент времени, всю запись УЗИ и т.д. Во втором случае используется последовательность УКМД для обмена блоками данных, которые поступают в реальном масштабе времени, например, с диагностической аппаратуры или с камер и микрофонов, установленных в операционной. В синхронном режиме размер блока (количество отчетов медицинского сигнала, количество кадров видеосигнала и т.д.) может задаваться как в виде фиксированных временных интервалов, так и в виде переменных временных интервалов. В последнем случае размер блока данных может определяться с точки зрения оптимального сжатия этого блока. Например, для видеосигнала один блок (и, соответственно, один УКМД) может содержать один ключевой кадр и набор кадров между данным ключевым и предыдущим ключевым кадрами. Такой подход позволяет значительно увеличить эффективность работы кодеров. В любом случае, в синхронном режиме в УКМД добавляется элемент, содержащий метку времени, необходимый для синхронизации медиапоток. Рассмотрим более сложный случай, когда необходимо передавать в синхронном режиме несколько медиапоток, например, данные кардиограммы, аудиосигнал и видеосигнал. Каким образом в данном случае определять размеры блоков каждого из медиапоток при условии сохранения их синхронизации? Данную проблему предлагается решать следующим образом:

- выбирается медиапоток, требующий передачи большего количества данных в ед. времени (в приведенном выше примере – это видеосигнал);
- для него определяется оптимальный размер текущего блока;
- на основе размера полученного блока определяется интервал времени, соответствующий данному блоку;

– из полученного интервала времени получают размеры блоков остальных медиапоток.

Таким образом решается задача более эффективной компрессии медиапотока, требующего большую пропускную способность и синхронизации с ним остальных медиапоток.

Как было отмечено выше, для минимизации

передаваемой информации предлагается применение эффективных методов сжатия без потерь, способных «работать» в реальном масштабе времени. Так как передаваемая структура будет состоять из данных различных типов, целесообразно использовать не универсальные алгоритмы сжатия (такие как gzip и др.), а множество различных методов, оптимальных для конкретных типов данных (рис. 2).

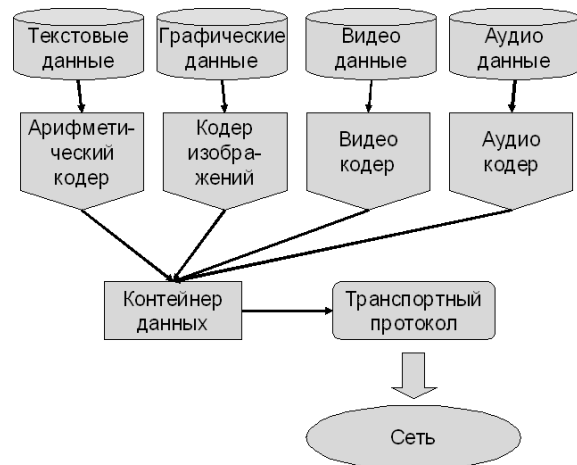


Рис. 2. Упаковка и передача информации

Например, для компрессии электрокардиосигнала без потерь широко используются методы, основанные на амплитудно-временных преобразованиях сигнала. Наиболее простой из них – метод разностного кодирования, который обеспечивает сокращение избыточности регулярной выборки отсчетов за счет уменьшения объема каждой координаты [6]. Так как медицинские видеосигналы обладают высокой корреляцией соседних кадров, то больших коэффициентов сжатия можно добиться применяя методы компрессии, основанные на межкадровом кодировании с адаптивным предсказанием и компенсацией движения (например, MSU Lossless Video Codec). Для сжатия графических данных (рентгеновские снимки, УЗИ, томограммы и др.) можно использовать методы LZW, RLE, Lossless JPEG и т.д. Для компрессии текстовой информации рекомендуется применять алгоритмы, основанные на методе арифметического кодирования, либо методе Зива-Лемпела.

3. Транспортный протокол для обмена медицинскими данными

Следующий важный вопрос – это выбор транспортного протокола, посредством которого можно организовать обмен медицинскими данными. Так, для асинхронного режима рекомендуется использовать протокол HTTP. Этот выбор связан с тем, что данный протокол на сегодня является одним из самых распространенных, он стал универсальным, на основе данного протокола, SOAP и предлагаемого формата УКМД возможно построение медицинских веб-сервисов, что в свою очередь позволяет построить системы хранения и обмена электронными медицинскими картами. Так же следует отметить, что HTTP использует протокол TCP, что гарантирует надежную доставку контента. В тоже время, для синхронного обмена данный протокол не подходит, так возможны значительные задержки при передаче некоторых блоков. Поэтому для передачи медиапотоков рекомендуется использовать протокол UDP, который не гарантирует доставку пакета, но обеспечивает доставку контента с минимальными задержками [5]. При использовании данного протокола возможны потери некоторых УКМД, что нужно учесть при разработке распределенных медицинских систем и реализовать, например, возможность повторной передачи важных данных.

Выводы

Использование УКМД в распределенных медицинских системах позволит специалистам создавать системы телемониторинга для проведения удаленных консилиумов, консультаций, нестандартных

научных исследований, а также поможет решить задачу объединения данных разнородных медицинских систем в единое информационное пространство. XML природа УКМД позволяет использовать при построении медицинских информационных систем большое количество существующих программных и аппаратных компонент для обработки форматов данных, основанных на XML. Кроме этого, достаточно просто обеспечить совместимость с разрабатываемыми языками описания медицинских данных, таких как MedXML или MML.

Список литературы

1. Федеральная целевая программа «Телемедицина». – М.: Министерство здравоохранения РФ, Министерство науки и технологий РФ, 1997.
2. Комплекс информационно-вычислительных сетей «Телемедицина». Проект «КИВС-МСЧ. ТП», ред. 1, С.-Пб, 1997.
3. Плескачев С.А., Сметанников М.Ю., Крутько Р.Л. Технические проблемы телемедицины // Укр. журнал телемедицины та медичної телематики. – 2006. – Т. 4, № 1. – С. 24-28.
4. Теплинский В. Телемедицина. – М.: АМСЗ, 1997.
5. Сайт wikipedia [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
6. Барановский А.Л., Калинин А.Н., Манило Л.А. и др. Кардиомониторы. Аппаратура непрерывного контроля ЭКГ: Учебн. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1993. – 365 с.

Поступила в редколлегию 29.11.2006

Рецензент: д-р техн. наук проф. В.С. Харченко, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.