

Организация анонимного веб-доступа к цифровым электрокардиограммам в медицинской GRID-системе

Волжева М.В. Кизуб Л.А.

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, просп. Академика Глушкова 40, Киев, Украина

Аннотация. Описание организации анонимного веб-доступа к деперсонализированным данным цифровых электрокардиограмм, размещенных в GRID-хранилище, в рамках медицинского проекта "Медгрид".

1 Введение

Заболевания сердечно-сосудистой системы уже долгие годы лидируют среди причин смертности, но для Украины эта проблема особенно актуальна - мы занимаем второе место в мировом рейтинге смертей от кардиозаболеваний [1]. Кроме того, заболевания сердечно-сосудистой системы не только существенно сокращают среднюю продолжительность жизни, но также обеспечивают высокий уровень временной нетрудоспособности, инвалидности и сильно ухудшают качество жизни населения.

Для принятия эффективных управленческих решений в сфере здравоохранения необходима полная и надежная информация о распределении факторов риска по стране/региону, динамика этих показателей в течение длительного времени и их связь со смертностью мужчин и женщин.

Основной целью проекта "Медгрид" [2], разрабатываемого в рамках государственной научно-технической программы развития и внедрения GRID-технологий в Украине [3], является долгосрочный сбор, хранение и интеллектуальная цифровая обработка результатов электрокардиологических обследований на территории всей Украины. Собранные данные затем предполагается использовать для проведения популяционных эпидемиологических исследований и для развития телемедицинских технологий диагностики сердечно-сосудистых заболеваний.

2 Постановка задачи

На текущий момент проект "Медгрид" представляет собой структуру, состоящую из веб-портала (созданного с использованием технологий Java/JSP/Hibernate) и GRID-хранилища виртуальной организации "Медгрид" (рис.1).

Информационным ресурсом для системы хранения данных, в основном, являются региональные телемедицинские кардиологические центры. От них электрокардиограммы (далее ЭКГ) в электронном виде посредством авторизованного транспортного модуля [4] поступают на веб-ресурс "Медгрид", где проводится их регистрация в метабазе, деперсонализация и последующая выгрузка в GRID-хранилище. После этого ЭКГ становится доступной для зарегистрированных пользователей веб-ресурса и сертифицированных пользователей ВО "Медгрид".

Но в сфере медицинского обслуживания Украины на данный момент все еще активно и широко используется рудиментарная система бумажного документооборота. После снятия ЭКГ ее распечатывают на бумаге и помещают в карточку пациента. Цифровая ЭКГ с этого момента, по сути, утеряна, а полезность оставшейся на бумаге информации полностью зависит от компетентности врача, поскольку применить цифровые методы обработки кардиосигнала к рисунку на бумаге представляется проблематичным.

Предоставление доступа к сохраненным в системе "Медгрид" файлам ЭКГ могло бы в определенной мере решить эту проблему. Но использование GRID-технологий подразумевает доступ к хранимым данным лишь для авторизованных сертифицированных пользователей GRID-системы [5], что значительно снижает практическую ценность нашей системы для рядовых врачей и их пациентов. Требование регистрации пользователей на веб-ресурсе для получения доступа к одной-двум ЭКГ представляется нецелесообразным.

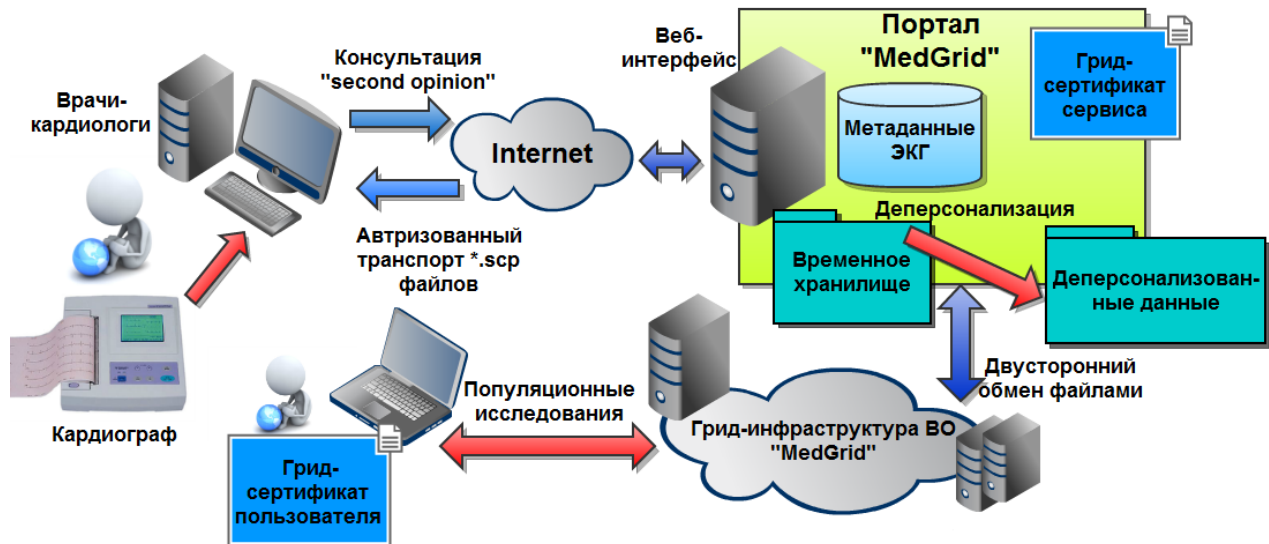


Рис.1. Архитектура и текущие ресурсы ВО "MedGrid"

Поэтому нами была поставлена и решена задача расширения возможностей системы "Медгрид" сервисом анонимного доступа к одному файлу ЭКГ таким образом, чтобы в рамках существующего бумажного документооборота пациент и его лечащие врачи имели возможность использовать цифровую ЭКГ не зависимо от того, являются они зарегистрированными пользователями нашей системы или нет. Не зависимо от нашего проекта аналогичные технологии доступа к данным используют и другие участники ВО "Медгрид" [6].

3 Этапы формирования анонимного веб-доступа для ЭКГ-файла

Для решения поставленной задачи мы решили прибегнуть к формированию уникальной URL для анонимного доступа к одной ЭКГ. Но в отличие от похожих задач в других сферах, где срок действительности подобной URL ограничен несколькими часами или днями, наша ссылка должна функционировать на протяжении как минимум всей жизни пациента.

Рассмотрим этапы работы веб-сервиса с ЭКГ (кардиолог - зарегистрированный пользователь веб-портала "Медгрид"):

- Загрузка цифровой ЭКГ в формате SCP-ECG во временное хранилище – выполняется кардиологом;
- Привязка ЭКГ к пациенту – выполняется кардиологом;
- Генерация PDF с QR-кодом для URL ЭКГ – выполняется кардиологом;
- Получение ЭКГ по URL – анонимная операция.

Формирование уникальной ссылки проводится на первых двух этапах работы с ЭКГ (рис. 2).

На этапе загрузки на веб-сервер каждой ЭКГ присваивается хэш-код, который в дальнейшем будет использован как составляющая часть уникальной URL. Функция получения хэш-кода базируется на алгоритме MD2, что гарантирует уникальность будущей ссылки до достижения количества файлов ЭКГ 2^{64} , а это в достаточной мере соответствует нашим текущим требованиям.

После поступления ЭКГ во временное хранилище на веб-ресурсе врач должен завершить этап регистрации ЭКГ в системе(привязать ее к пациенту), после чего система проведёт деперсонализацию файла и завершит формирование уникальной ссылки. Лишь после этого откроется анонимный доступ к ЭКГ, а врач получит возможность сформировать PDF-файл, содержащий регистрационные данные ЭКГ и ссылку для анонимного доступа (в явном виде и в виде QR-кода), распечатать этот файл и передать пациенту.

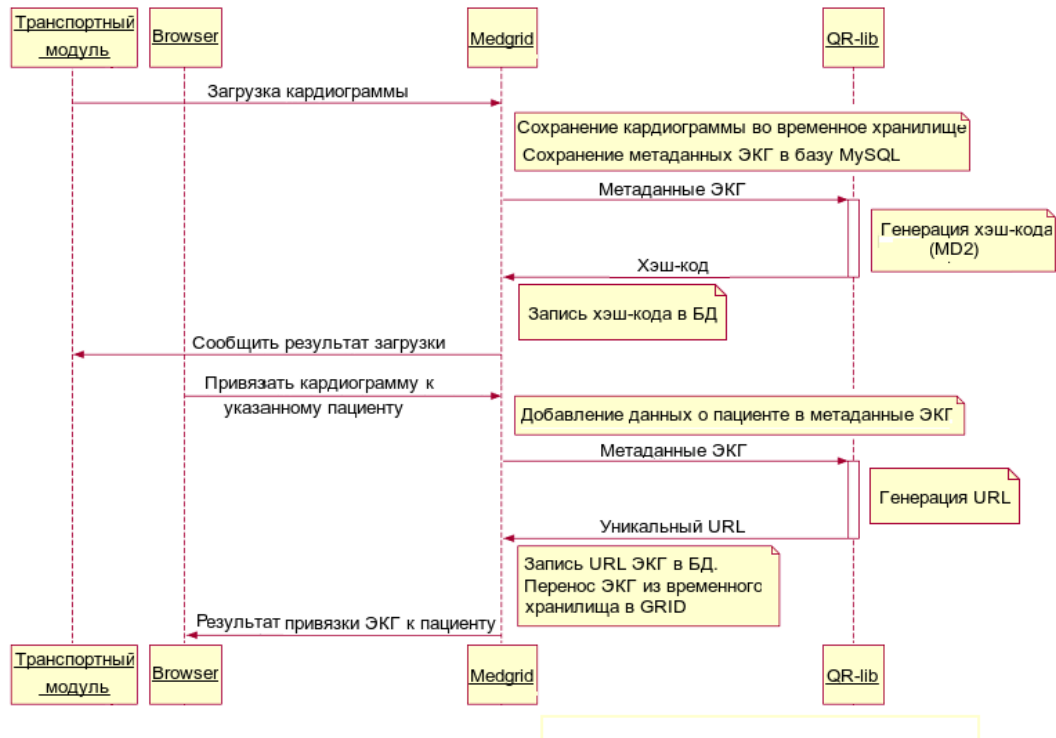


Рис.2. Загрузка ЭКГ во временное хранилище и привязка к пациенту

4 Передача данных для анонимного доступа к ЭКГ пациенту

Для документа с регистрационными данными пациента и анонимной уникальной ссылкой нами был выбран формат PDF, как наиболее универсальный и широко поддерживаемый производителями программного обеспечения.

Поскольку предполагалось, что PDF-файл будет формироваться каждый раз динамически в ответ на запрос врача, мы провели анализ наиболее известных Java-библиотек по работе с PDF-файлами: iText, ElegantJ PDF, Apache PDFBox, Aspose.Pdf, Flying Saucer, Big Faceless Java PDF Library.

В итоге мы остановились на использовании iText[7] библиотеки для Java. Она поддерживает импорт сторонних шрифтов (в том числе и кириллических), содержит все необходимые нам классы для работы с таблицами, изображениями, ссылками, позволяет не только сохранить результат в файл, но и перенаправить его в поток OutputStream любого другого типа.

Для генерации изображения QR-кода была использована Java-библиотека ZXing[8], предназначенная для многоформатной 1D/2D обработки barcode изображений.



Рис.3. Схема действий анонимного пользователя для получения доступа к ЭКГ

По запросу авторизованного пользователя (кардиолога) веб-сервис "Медгрид" формирует готовый к распечатке PDF-файл, содержащий все необходимые данные для анонимного доступа к одной ЭКГ. А пациент, получив от своего врача распечатку PDF-файла, в любой момент может провести сканирование QR-кода с

помощью программы распознавания Barcode reader и получает доступ к своей ЭКГ в электронном виде, что позволит применить к ней весь доступный арсенал цифровых методов обработки ЭКГ (рис.3).

5 Выводы

Реализованное нами решение позволяет объединить электронный и бумажный документооборот в сфере медицинского обслуживания при работе с ЭКГ удобным для конечных пользователей способом. Для получения доступа к сохраненной в "Медгрид" собственной кардиограмме пользователю не требуется проходить регистрацию на Веб-портале или получать сертификат GRID. Единственное, что необходимо, – это наличие установленного на компьютере браузера и выхода в интернет.

Это, в конечном итоге, должно позволить улучшить диагностику сердечно-сосудистых заболеваний в сфере общедоступного медицинского обслуживания благодаря использованию новейших разработок в области цифровой обработки кардиосигналов и возможности наблюдать пациента не только в текущий момент, но и в динамике.

Список литературы

- [1] World Life Expectancy: <http://www.worldlifeexpectancy.com/cause-of-death/coronary-heart-disease/by-country>.
- [2] Проект "Медгрид": <http://medgrid.immsp.kiev.ua>.
- [3] Програма впровадження та застосування грід-технологій на 2009-2013 роки: <http://grid.nas.gov.ua>.
- [4] Волжева М.В., Фролов Ю.Ф. Транспорт ЭКГ в формате SCP-EGG в ГРИД-хранилище портала "Medgrid" // Український журнал телемедицини та медичної телематики. - Донецьк, 2012. - т. 10, № 1. - С. 85-86.
- [5] Сертифікація грід - користувачів: <http://ung.in.ua/ua/certification/>.
- [6] Маленко А.Л., Баранник С.В., Головинский А.Л., Дёмин А.В. Использование ГРИД-технологии для создания системы хранения медицинских изображений// Труды конференции "High Performance Computing 2012". - Киев, 2012.
- [7] iText: <http://itextpdf.com/>.
- [8] ZXing: <http://code.google.com/p/zxing/>.