

УДК 004.418:004.75+004.932:616

Использование PACS при формировании хранилищ изображений в медицинских учреждениях

А. С. Коваленко, А. А. Пезенцали, О. А. Романюк, Е. К. Царенко

Международный научно-учебный центр информационных технологий и систем НАН Украины, Киев

Резюме

Введение. Внедрение в работу медицинских учреждений *Picture archiving and communication systems (PACS)* позволяет упростить задачу сбора и подготовки медицинских изображений для формирования хранилищ.

Постановка задачи. Методология. Формирование концепции и реализация средств хранения, обработки и анализа медицинских изображений.

Цель работы. Внедрение средств хранения, обработки и анализа большого количества медицинских изображений различных модальностей.

Результаты исследования. Сформулированы основные задачи внедрения временного хранилища медицинских изображений медицинского учреждения на основе *PACS*. Выделены основные требования к *PACS* медицинского учреждения. При внедрении *PACS* выполнены задачи: установки и настройки *PACS*; подключения модальностей; загрузки медицинских изображений для тестирования работы системы.

Заключение. Предложен подход к хранению и обработке медицинских изображений на основе трехуровневой системы хранилищ. Представлены первичные результаты внедрения системы передачи и хранения *PACS* в двух медицинских учреждениях. Обозначены задачи дальнейшего использования *PACS* учреждений.

Ключевые слова: медицинские изображения; хранение и доступ к медицинским изображениям; *DICOM*; *PACS*; *GRID*.

Клин. информат. и Телемед. 2014. Т.10. Вып.11. сс.95–99

Введение

В Украине 2009–2013 гг. осуществлялась Государственная целевая научно-техническая программа внедрения и применения технологий *GRID*, одно из направлений которой — использование *GRID* в медицине при проведении научных исследований и наблюдений в режиме реального времени.

Была предложена концепция использования *GRID* в качестве хранилища цифровых медицинских изображений, формирующихся в медицинских учреждениях (МУ), и содержащих данные самого изображения, условий его получения, описания снимка (комплекс собственно изображения и метаданных) [1]. Задача *GRID*-хранилища — сбор и длительное хранение деперсонифицированных (то есть с замещенной ключом конфиденциальной информацией о пациенте) цифровых медицинских изображений, обеспечивающие возможность проведения научных исследований медицинской информации, и повторного использования в процессах оказания медицинской помощи при восстановлении персональной информации пациента МУ.

Упростить задачу сбора и подготовки медицинских изображений для передачи в *GRID* призвано внедрение в работу медицинских учреждений временных хранилищ изображений на основе *Picture archiving and communication systems (PACS)*.

Цель и задачи. Цель работы — внедрение средств хранения, обработки и анализа большого количества медицинских изображений различных модальностей в медицине.

Задачи: формирование концепции и реализация пилотного проекта внедрения средств хранения, обработки и анализа медицинских изображений.

Результаты и обсуждения

Предложен подход к хранению и обработке медицинских изображений на основе трехуровневой системы хранилищ (рис. 1):



Рис. 1. Трехуровневая система хранения медицинских изображений.

1. Нижний уровень — диагностические приборы различных модальностей [1], формирующие медицинские изображения. При этом используются следующие подходы к обмену и хранению результатов исследований, основанных на формировании медицинских изображений:

а) передаче врачу/пациенту подлежат результаты исследований в виде снимка и/или описания, а цифровые медицинские изображения не сохраняются в памяти прибора;

б) цифровые медицинские изображения кратковременно сохраняются в памяти прибора (до следующего обследования либо несколько суток);

с) цифровые медицинские изображения сохраняются до заполнения дискового пространства с последующим созданием архивов на оптических либо дисковых носителях.

2. Средний уровень временного хранилища медицинских изображений медицинского учреждения, куда с диагностических приборов передаются изображения *DICOM*-формата [1]. К изображениям открывается доступ медицинского персонала для использования в процессе медицинского обслуживания пациента. Временное хранилище представляет собой *DICOM*-сервер, а система передачи, хранения и управления доступом представляет собой *PACS*.

3. Верхний уровень долгосрочного хранилища изображений, получаемых из временных хранилищ множества медицинских учреждений. Требуется соответственно больших и надежных каналов связи, дисковых пространств, вычислительных мощностей, разработок политики защиты конфиденциальной информации. Одно из решений долгосрочного хранилища — на основе использования *GRID*-технологий.

Сформулированы следующие основные задачи внедрения временного хранилища медицинских изображений медицинского учреждения на основе *PACS*:

1. Получение и архивирование медицинских изображений с диагностических приборов учреждения;

2. Временное хранение медицинских изображений в течение процесса медицинского обслуживания пациента и отчетного периода учреждения;

3. Предоставление доступа врачам, управление доступом к медицинским изображениям временного хранилища медицинского учреждения;

4. Организация привязки медицинских изображений хранилища *PACS* МУ к картотеке и базе данных (БД) пациентов МУ.

5. Подготовка цифровых медицинских изображений для передачи в хранилище верхнего уровня — *GRID*.

Изначально из рассмотрения исключены задачи внедрения *PACS* с трудоемкими и дорогостоящими решениями, не относящимися к получению на уровне временного хранилища медицинских изображений гарантированно достоверных и пригодных для обработки данных, а именно:

1. Адаптация результатов исследований на тех устаревших диагностических приборах, формируемые изображения которых не содержат метаданных, обусловленных поддерживаемым в *PACS* международным стандартом *DICOM*. В том числе задачи восстановления данных, утерянных при проведении исследований и сохранении их результатов.

2. Организация обратного потока информации *PACS*-диагностический прибор, в том числе:

а) обновление локальных БД диагностических приборов с учетом согласования структуры метаданных изображений различных приборов одной модальности;

б) восстановление БД изображений диагностических приборов из архива *PACS*.

Исходные требования к выбору *PACS* МУ обусловлены предпосылками: внедрения *PACS* в медицинских учреждениях, где представлены диагностические системы разных модальностей различных поколений, часть из которых поддерживают *DICOM*. В таких учреждениях работают отдельные модули неполнофункциональных медицинских информационных систем учреждения (МИСУ), базовым модулем которых является БД электронного варианта учетной формы Ф-003/о «Карта стационарного больного». Эти БД соответственно установлены на серверах, в одном случае на платформе *OS Windows Server 2012*, во втором случае — *OS Linux Scientific 6* с установленной на виртуальной машине *Oracle VM Virtualbox 4.2.18*

OS Windows Server 2008 R2 Standard SP1. На начальном этапе не разработана политика финансирования сопровождения работы МИСУ и *PACS* МУ. Исходя из этих предпосылок основные требования к *PACS* МУ сводятся к следующему: система передачи, хранения, архивирования и доступа к разнородным медицинским изображениям МУ должна стать бюджетным универсальным решением, удовлетворяющим требованиям кроссплатформенности, мультимодальности, простоты установки и обслуживания.

Для организации хранилищ медицинских учреждений были отобраны 10 *freeware/open source PACS* для тестирования на работоспособность, проводившегося на *OS Windows 7 (64-bit)* и *OS Windows XP SP3 (32-bit)*, и апробации в условиях медицинских учреждений. В результате тестирования были отобраны устанавливаемые и работоспособные системы, среди которых при апробации для внедрения в МУ была выбрана система *Conquest DICOM software* — единственная работоспособная *PACS*, выполняющая набор необходимых функций:

1. Индексирования БД изображений диагностических приборов;

2. Передачи изображений в хранилище *PACS*;

3. Управления доступом пользователей и систем к БД хранилища;

4. Визуализации медицинских изображений хранилища с помощью просмотрщика, содержащего инструменты для анализа изображений.

При внедрении *PACS* в медицинских учреждениях выполнены задачи:

1. На серверах учреждений установлена и настроена *PACS ConQuest DICOM server 1.4.17.3*. Прописаны и протестированы параметры сетевой идентификации *DICOM* сервера, каталог хранения и параметры цифровых медицинских изображений, интерфейс доступа к БД изображений.

2. В одном медицинском учреждении настроено подключение к *PACS* цифровых флюорографов, в другом — компьютерного рентгена, КТ, МРТ, УЗИ. Продолжается настройка подключения диагностических приборов различных модальностей в обоих МУ: цифровой рентген, УЗИ, ангиографы, др.

3. Для тестирования работы *PACS*, анализа *DICOM* метаданных различных модальностей и апробации обмена цифровыми медицинскими изображениями между *PACS* МУ и *GRID* загружены изображения различных модальностей в БД *PACS*.

Внедрение *PACS* МУ позволило реализовать трехуровневую схему хранения и доступа к медицинской диагностической информации, обеспечивая обмен цифровыми медицинскими изображениями между диагностическими приборами (модальностями), МИСУ и *GRID* (рис. 2).

Взаимодействие модальности с *PACS* МУ с целью передачи изображений модальности в хранилище МУ осуществляется по одному из трех сценариев, в зависимости от возможностей модальности:

1. Для диагностических приборов старого образца, формирующих файлы, не поддерживаемые в *Conquest DICOM software*, используется программа конвертирования и передачи изображений в папку *входящих* хранилища *PACS* МУ. *Conquest DICOM software* при этом индексирует папку *входящих* и формирует записи в БД *PACS* об изображениях хранилища.

2. Для диагностических приборов с выходными изображениями формата, поддерживаемого в *Conquest DICOM software*, на стороне модальности устанавливается *Conquest* с БД ограниченной мощности [2], настраивается планировщик задач системы для передачи файлов модальности в хранилище МУ по графику (например, в конце рабочей смены кабинета диагностики).

3. Сложные диагностические приборы, представляющие собой компьютерную подсеть, охватывают диагностическое

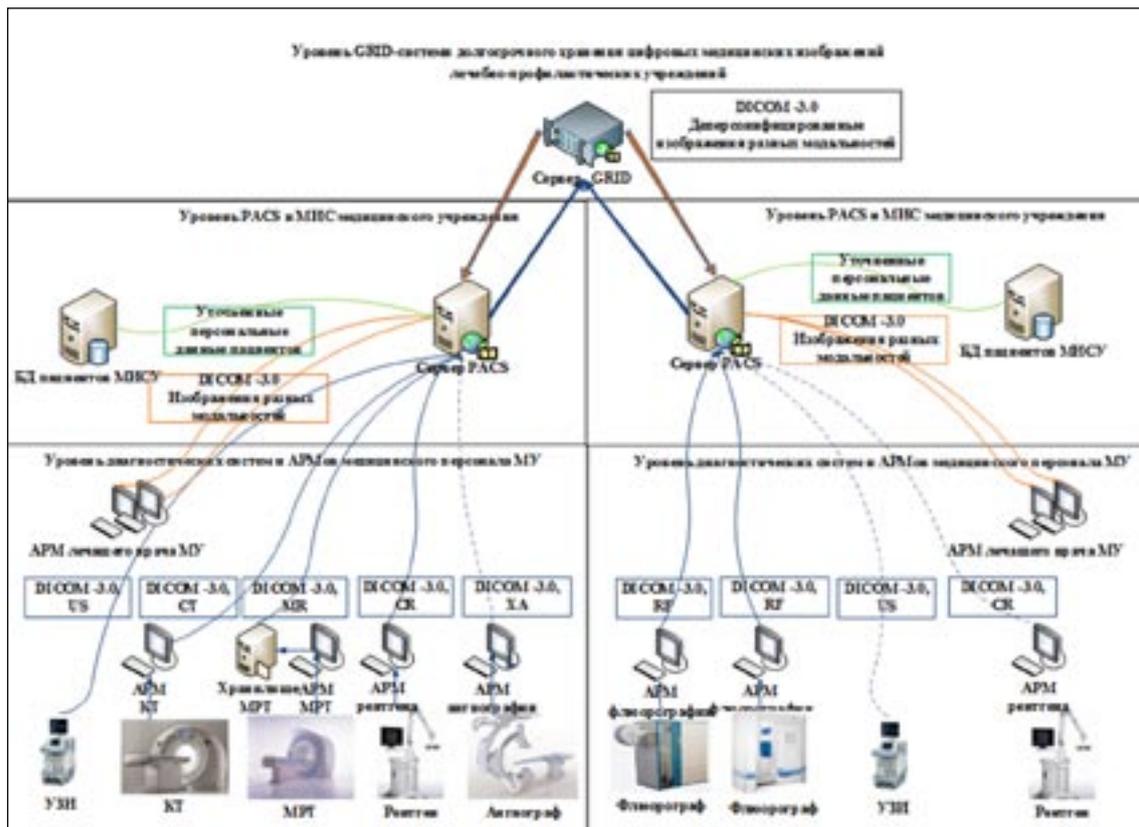


Рис. 2. Общая схема обмена медицинскими изображениями двух медицинских учреждений между модальностями, PACS МУ, МИСУ и GRID.

оборудование, DICOM-сервер или PACS модальности и автоматизированные рабочие места операторов и врачей. Для них используется третий сценарий: задаются параметры (АЕТ, порты и IP) для PACS модальности и для PACS МУ. Заданные параметры PACS-источника указываются для PACS-получателя, параметры получателя для источника, после чего настраивается режим передачи/копирования файлов источника в PACS МУ.

Взаимодействие PACS МУ и МИСУ осуществляется с целью привязки изображений к БД пациентов МУ и доступа к хранилищу изображений. При этом МИСУ выступает в качестве пользователя PACS МУ с переменными IP и правами доступа к ресурсам на уровне чтения.

МИСУ формирует запрос к СУБД PACS на передачу информации о диагностических исследованиях пациента, а СУБД PACS возвращает ссылку или группу ссылок (зависит от количества файлов исследования) на записи в хранилище. Ссылки открываются через DICOM-просмотрщик.

Взаимодействие PACS МУ с GRID предусмотрено для передачи изображений, с целью длительного хранения и исследования вне МУ. При этом формируется набор передаваемых в архив изображений и их деперсонификация в папке исходящих PACS МУ. Средствами GRID производится перемещение деперсонифицированных изображений из папки исходящих с одновременным формированием ключа доступа к изображению в GRID.

При необходимости использования в новых медицинских процессах МУ переданного из PACS МУ и хранящегося в GRID изображения, со стороны МИСУ формируется запрос в GRID, в ответ на который изображение возвращается в папку входящих PACS, предварительно пройдя процедуру реперсонификации – восстановления персональных данных пациента МУ.

Выводы

Начальные результаты проекта внедрения системы временного хранения цифровых медицинских изображений в двух МУ – установленные и настроенные PACS ConQuest DICOM server, загруженные тестовые изображения различных модальностей, подключенные некоторые модальности, для которых настроен работающий в штатном режиме обмен изображениями в пределах МУ, разработанный режим передачи изображений во внешнее хранилище на основе GRID. Дальнейшее использование системы хранения и передачи изображений МУ требует детального анализа и адаптации метаданных различных модальностей к требованиям PACS, решения организационных и технических вопросов интеграции и согласования работы диагностического оборудования, PACS МУ и МИСУ, GRID.

Авторы статьи – А. С. Коваленко, А. А. Пезенцали, О. А. Романюк, Е. К. Царенко – подтверждают, что у них нет конфликта интересов.

Литература

1. EN ISO 12052:2011 Health informatics. Digital imaging and communication in medicine (DICOM) including workflow and data management (Standard), 2011, 20 p.
2. Conquest DICOM Server. Version 1.4.17. Developed by M. van Herk, L. Zijp and J. Meinders. The Netherlands Cancer Institute; Radiotherapy Department. 2013. Available at: <http://ingenium.home.xs4all.nl/dicom.html> [electronic resource].

Використання PACS для формування сховищ зображень в медичних закладах

О. С. Коваленко, Г. О. Пезенцалі, О. О. Романюк, К. К. Царенко

Міжнародний науково навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН України, Київ

Резюме

Вступ. Впровадження в роботу медичних закладів *Picture archiving and communication systems (PACS)* дозволяє спростити задачу збирання та підготовки медичних зображень для формування сховищ.

Постановка завдання. Методологія. Формування концепції та реалізація засобів збереження, обробка та аналіз медичних зображень.

Мета роботи. Впровадження засобів збереження, обробки та аналізу великої кількості медичних зображень різних модальностей.

Результати дослідження. Сформульовані основні завдання про впровадженні тимчасового сховища медичних зображень медичного закладу на основі *PACS*. Виділені основні вимоги щодо *PACS* медичного закладу.

Під час провадження *PACS* виконані завдання: встановлення та налаштування *PACS*; підключення модальностей; завантаження медичних зображень для тестування роботи системи.

Висновок. Запропоновано підхід щодо збереження та обробки медичних зображень на основі трирівневої системи сховищ. Представлені первинні результати впровадження системи передачі та збереження *PACS* в двох медичних закладах. Окреслені завдання подальшого використання *PACS* закладів.

Ключові слова: медичні зображення; збереження та доступ до медичних зображень; *DICOM*; *PACS*; *GRID*.

Using PACS for organization of image storages in healthcare facilities

A. Kovalenko, A. Pezentsali, O. Romaniuk, E. Tsarenko

International Research and Training Center for Information Technologies and Systems
of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

e-mail: askov49@gmail.com

Abstract

Introduction. Implementation of *Picture archiving and communication systems (PACS)* to the work of healthcare facilities allows to simplify the problem of collection and preparation of medical images for storage formation.

Formulation of the problem. Methodology. The concept and implementation of the means of storage, processing and analysis of medical images.

The object of the study is implementation of the means of storage, processing and analysis of great quantity of medical images from multiple modalities.

Study results. The main tasks of implementation of the temporary storage of medical images in the healthcare facilities based on *PACS* have been represented.

The basic requirements for *PACS* of healthcare facility have been accentuated.

The following tasks were performed: installation and configuration of *PACS*; connection of modalities; extraction of medical images for testing of the system.

Conclusions. Suggested the three-level system for medical image storage and processing. The initial results of *PACS* implementations in two healthcare facilities have been presented. The tasks of further use of medical institution *PACS* have been specified.

Key words: Medical image; Picture archiving; *DICOM*; *PACS*; *GRID*.

©2014 Institute Medical Informatics and Telemedicine Ltd, ©2014 Ukrainian Association of Computer Medicine. Published by Institute of Medical Informatics and Telemedicine Ltd. All rights reserved.

ISSN 1812-7231 *Klin.inform.telemed.* Volume 10, Issue 11, 2014, Pages 95–99

<http://uacm.kharkov.ua/eng/index.shtml?e-klininfo-ujournal.htm>

References (2)

References

1. EN ISO 12052:2011 Health informatics. Digital imaging and communication in medicine (DICOM) including workflow and data management (*Standard*), 2011, 20 p.
2. Conquest DICOM Server. Version 1.4.17. Developed by M. van Herk, L. Zijp and J. Meinders. The Netherlands Cancer Institute; Radiotherapy Department. 2013. Available at: <http://ingenium.home.xs4all.nl/dicom.html> [electronic resource].

Переписка

д.м.н., профессор **А. С. Коваленко**
Международный научно-учебный центр
информационных технологий и систем НАН Украины
просп. Глушкова, 40,
Киев, 03680, Украина
тел.: +380 (44) 503 95 62
эл. почта: askov49@gmail.com