

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УДК 004.8: 519.816 (043)

**ДАО
ВАН ТУИЕТ**

**АЛГОРИТМЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОСТРОЕНИЯ
ИНТЕГРИРОВАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.13.17 – Теоретические основы информатики

Минск, 2020

Работа выполнена в Белорусском государственном университете

Научный руководитель – **Абламейко Сергей Владимирович**,
доктор технических наук, профессор, академик
НАН Беларуси, профессор кафедры веб-
технологий и компьютерного моделирования
механико-математического факультета
Белорусского государственного университета

Официальные оппоненты: **Тузиков Александр Васильевич**,
доктор физико-математических наук,
профессор, член-корреспондент НАН Беларуси,
генеральный директор ГНУ «Объединенный
институт проблем информатики НАН
Беларуси».

Богуш Рихард Петрович, кандидат
технических наук, доцент, заведующий
кафедрой вычислительных систем и сетей
УО «Полоцкий государственный университет».

Оппонирующая
организация – **УО «Белорусский государственный
университет информатики и
радиоэлектроники»**

Защита состоится 28 февраля 2020 г. в 10.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.01.02 при Белорусском государственном университете по адресу: г. Минск, ул. Ленинградская 8 (корпус юридического факультета), ауд. 407. Телефон учёного секретаря: 226-55-41.

Почтовый адрес: пр-т Независимости 4, Минск, 220030.

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной библиотеке Белорусского государственного университета.

Автореферат разослан «___» января 2020 г.

Ученый секретарь совета
по защите диссертаций
кандидат физ. мат. наук, доцент

Е.С.Чеб

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизированная обработка медицинских изображений и сигналов в медицинских информационных системах (МИС) в настоящее время является важной проблемой в развивающихся странах в связи с быстрым развитием разнообразных методов визуализации и вычислительных возможностей, основанных на современных сетевых технологиях. Современная диагностика заболеваний также связана с использованием медицинских изображений и клинических данных пациента. Тем не менее, полученные цифровые данные в основном управляются с помощью обычных неавтоматизированных систем и ручных методов ввода информации. Данные о лечении пациентов и медицинские изображения в больнице обрабатываются в отдельной системе, и они до сих пор не полностью и своевременно предоставляются врачу.

Электронная медицинская карта (ЭМК) в больнице в развивающихся странах по-прежнему отсутствует. Однако мы понимаем, что она в медицине чрезвычайно важна, даже больше чем электронные данные в любой другой области. Неправильные диагнозы или другие пропущенные диагнозы могут привести к серьезным последствиям для пациентов. МИС оказывает поддержку медицинскому персоналу для повышения надежности и качества постановки диагноза и лечения.

Лабораторная информационная система (ЛИС), отвечающая требованиям лабораторий и отделений, предоставляет интерфейсы для различных инструментов, используемых для оценки анализов в гематологии, иммунологии, микробиологии, генетических и других исследований. В настоящее время использование ЛИС стало стандартом деятельности медицинской диагностической лаборатории (МДЛ), которые, в свою очередь, используются различными автоматизированными медицинскими информационными системами.

Медицинские диагностические лаборатории (МДЛ) и системы архивации и передачи изображений (САПИ) были разработаны для медицинской диагностики. САПИ является развивающейся технологией здравоохранения для краткосрочного и долгосрочного хранения, представления и распространения медицинских изображений. МДЛ занимает большую часть структуры диагностических исследований, как по количеству исследований, так и по клинической значимости результатов тестов, которые являются важным источником информации для современных медицинских диагностических процессов. Согласно мировой статистике, в предыдущие десятилетия количество выполненных клинических лабораторных

исследований и их диагностическая важность экспоненциально увеличивались и продолжает расти.

Конкретные функции радиологической информационной системы (РИС) включают планирование, управление исследованиями пациентов и изображений и создание отчетов. Отличительным аспектом РИС по сравнению с САПИ является то, что первый тип обычно ограничен данными, не связанными с изображениями, тогда как САПИ в основном занимается хранением и обработкой изображений. Идея САПИ заключается в интеграции методов визуализации и интерфейсов с информационными системами больниц и ведомств для управления хранением и распространением изображений среди рентгенологов, врачей, специалистов клиник и центров обработки изображений. Важным моментом в САПИ является обеспечение эффективной функции поиска для доступа к нужным изображениям.

В данной диссертации предпринята попытка всесторонне исследовать и решить поставленные задачи на основе теории разработки и интеграции медицинских информационных систем, построения базы данных медицинских изображений, интеллектуального анализа данных изображений и речи в базе данных для предоставления информации с помощью современных программных технологий.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами(проектами), темами

Результаты диссертации получены в рамках исследований, проведенных на кафедре интеллектуальных информационных систем факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета в соответствии с:

Научно-техническими программами Республики Беларусь:

– Тема 1.7.04 «Разработка теоретических основ и технологий построения компьютерных систем интеллектуального анализа данных на основе распознавания образов и анализа изображений», Государственная программа научных исследований «Информатика, космос и безопасность», подпрограмма «Информатика и космические исследования», 2016–2018, № гос. регистрации 20161303.

–Тема 1.1.17 “Разработка теоретических основ и технологий интеллектуального анализа данных на основе методов машинного обучения и распознавания” Государственной программы научных исследований «Информатика, космос и безопасность», Подпрограмма «Информатика и космические исследования», 2019-2020, № гос. регистрации 20190683.

Цель и задачи исследования

Целью диссертационного исследования является разработка структурных моделей информационных систем в медицине, алгоритмов и технологии автоматизированной обработки медицинских изображений и речевых сигналов на основе интегрированной информационной среды больницы.

Для достижения цели заявлены и реализованы следующие задачи:

1. Проанализировать существующие ситуации с электронными медицинскими картами для помощи врачам в диагностике.
2. Разработать алгоритмы для улучшения качества поиска медицинских изображений в базах данных.
3. Разработать алгоритмы обнаружения метки основного тона путем накопления сигнала в соответствии с его геометрическими характеристиками в процессе синтеза речи.
4. Разработать структурную модель для объединения системы поиска изображений с системой архивации и передачи изображений.
5. Разработать платформу телемедицины с использованием технологий веб-сервисов и сетевых сервисов

Объект исследования: Интегрированная медицинская информационная система.

Предмет исследования: Структурные модели и подсистемы для построения интегрированных медицинских информационных систем, алгоритмы поиска медицинских изображений и алгоритмы синтеза речи для поддержки врачей в диагностике.

Научная новизна

В диссертации получены следующие новые результаты:

1. Новый эффективный алгоритм ранжирования изображений, использующий низкоуровневые функции, нормированные на 3σ -opt. Это позволяет повысить точность результата запроса системы поиска изображений.

Он отличается от существующего нормализацией низкоуровневых функций и построением анкерного графа Fuzzy C-Means на наборе данных, используемом для повышения вычислительной скорости ранжирования изображений.

2. Новый метод обработки кумулятивного сигнала и алгоритмы синтеза речи, позволяющие определять местоположение основного тона голосовой волны.

Он отличается от существующего тем, что использует только простые этапы предварительной обработки для набора пиков кумулятивных сигналов, оценивает точки РМ без шага оценки для значений F0 и синтезирует кривую F0 вьетнамских слогов на основе характеристик тона Xu's qTA.

3. Новая технология для объединения системы поиска изображений с системой архивации и передачи изображений, которая позволяет рентгенологу улучшить интерпретацию редких отклонений и определить диагноз в более короткие сроки.

Она отличается от существующих тем, что обеспечивает полный доступ и использование большой базы данных изображений САПИ для поиска похожих изображений в разрешенных случаях для сравнения с данными пациента и постановки диагноза. Это важная проблема классификации изображений для автоматической обработки и выявления отклонений, а также для дифференциальной диагностики в интегрированных медицинских информационных системах больниц.

4. Новая платформа телемедицины, которая позволяет врачам, использующим среду телемедицины, управлять и обмениваться информацией о пациентах; такие как электронные медицинские записи и медицинские снимки между удаленными больницами.

Эта платформа отличается от существующих тем, что использует технологию веб-сервисов и сетевые сервисы, предоставляемые программным обеспечением gLite и его службой метаданных AMGA.

Положения, выносимые на защиту

1. Алгоритм поиска изображений для повышения эффективности ранжирования изображений по набору данных системы поиска изображений, что повысило точность результатов диагностического поиска. Алгоритм помогает выбрать множество подобных случаев и помогает рентгенологу улучшить интерпретацию редких отклонений и помогает при постановке диагноза.

2. Алгоритмы синтеза речи, позволяющие определять местоположение основного тона голосовой волны для составления отчета радиолога в больнице. Он определяет маркер основного тона исходного речевого сигнала на основе его накопительных сигналов и оценивает количественные векторы аппроксимации цели (qTAV) из одного и двух слоговых тонов.

3. Технология объединения системы поиска изображений с системой архивации и передачи изображений. Это позволяет рентгенологу находить похожие изображения из большого архива изображений в базе данных САПИ,

помогает в диагностике похожих случаев и помогает рентгенологу улучшить интерпретацию редких отклонений.

4. Телемедицинская платформ, которая предоставляет врачам возможность загружать и запрашивать медицинские изображения и клинические данные, хранящиеся на распределенных серверах. Она была разработана на основе программного обеспечения gLite и, в частности, метаданных AMGA, а также системы веб-портала GridSphere.

Личный вклад соискателя ученой степени

Диссертация основана на результатах авторского научного исследования, проведенного на кафедре информационных систем управления БГУ. Научный руководитель доктор технических наук, профессор, академик НАН Беларуси Абламейко Сергей Владимирович принимал участие в постановке задачи и обсуждении подходов к решению проблемы. В совместных публикациях результаты были получены лично автором диссертации.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов

Основные научные и практические результаты диссертации были доложены и обсуждены на следующих международных конференциях: The 3rd EGEE User Forum (Clermont Ferrand, France, 2008). The 1st Asian Winter School on Information and Knowledge Engineering (Ba Ria - Vung Tau, Vietnam, 2014); The 15th International Conferences on Pattern Recognition and Information Processing (Minsk, 2016); The International Symposium Neural Networks (Minsk, 2018); The 3rd Vietnam Conference on Medical Physics (Ho Chi Minh, Vietnam, 2018).

Информационная система для архивации и передачи изображений, телемедицины и больниц внедрена для исследований и обучения в Центре биомедицинской информатики в Университете Бин Дуонг. Система включает в себя базу данных цифровых медицинских изображений с семантически структурированными данными, механизм поиска медицинского изображения в базе данных и сервисные функции с унифицированным интерфейсом. Система была успешно разработана и используется в настоящее время в Global Human Resource Solution Co., Ltd., а также на курсах медицинской диагностики в высшей школе во Вьетнаме.

Опубликованность результатов диссертации

Основные результаты диссертации были опубликованы в 23 научных работах, в том числе в 11 статьях в рецензируемых научных журналах в соответствии с пунктом 18 «Положения о присвоении ученых степеней и

присвоении ученых званий в Республике Беларусь» (общим объемом 5,72 авторского листа), 12 статей в сборниках научных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из списка сокращений, введения, обзора диссертационного исследования, 4 глав, заключения и списка литературы. Общий объем диссертации 130 страниц, в том числе 57 иллюстраций на 14 страницах, 6 таблиц на 3 страницах, список из 125 ссылок, включающих печатные работы автора на 13 страницах.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Глава 1 описывает обзор электронного здравоохранения и рассматривает основную проблему необходимости использования ИТ для автоматической обработки медицинских изображений и сигналов в больнице. Рассматриваются достижения новых технологий для обследования, анализа и выявления слабых сторон, которые все еще существуют и которые необходимо преодолеть, чтобы повысить эффективность использования информационных технологий для здравоохранения. В дополнение к функциям управления информацией о пациенте в больнице, в больницах также внедряются новые технологии и новые методы, но они не всегда встроены в медицинские информационные системы.

Свойства новой среды и особенности автоматизированной обработки медицинских изображений и сигналов определяются на основе анализа существующих исследований. Было показано, что традиционный метод, с помощью которого врачи, использующие ЛИС, РИС, САПИ и технологии, не может преодолеть возникшие противоречия. Традиционно подсистемы контролируются отдельно каждым отделом, поэтому необходимо организовать интеграцию подсистем. Описываются правила передачи данных между САПИ и РИС / МИС, которые включают эмуляцию рабочей станции, передачу изображений из одной базы данных во вторую и механизм интерфейса. На основании этих официальных правил предлагается интеграция всех подсистем в МИС. Предлагается новый подход к интеллектуализации автоматизированной обработки медицинских изображений. Подход основан на системе релевантных изображений как форме представления медицинских диагностических знаний, актуальность которых подтверждается содержанием и оценками обратной связи (рисунок 1). Поставлена задача разработки компьютерной технологии автоматизированной обработки медицинских изображений и сигналов. Технология должна включать 1) Структурные

модели подсистем в медицинской информационной системе; 2) Интегрированную структуру среды для осуществления автоматизированной обработки медицинских изображений и сигналов; 3) Алгоритмы и программное обеспечение для поддержки принятия решения доктора в диагностике заболевания в отделении радиологии и на рабочих станциях САПИ в больнице.

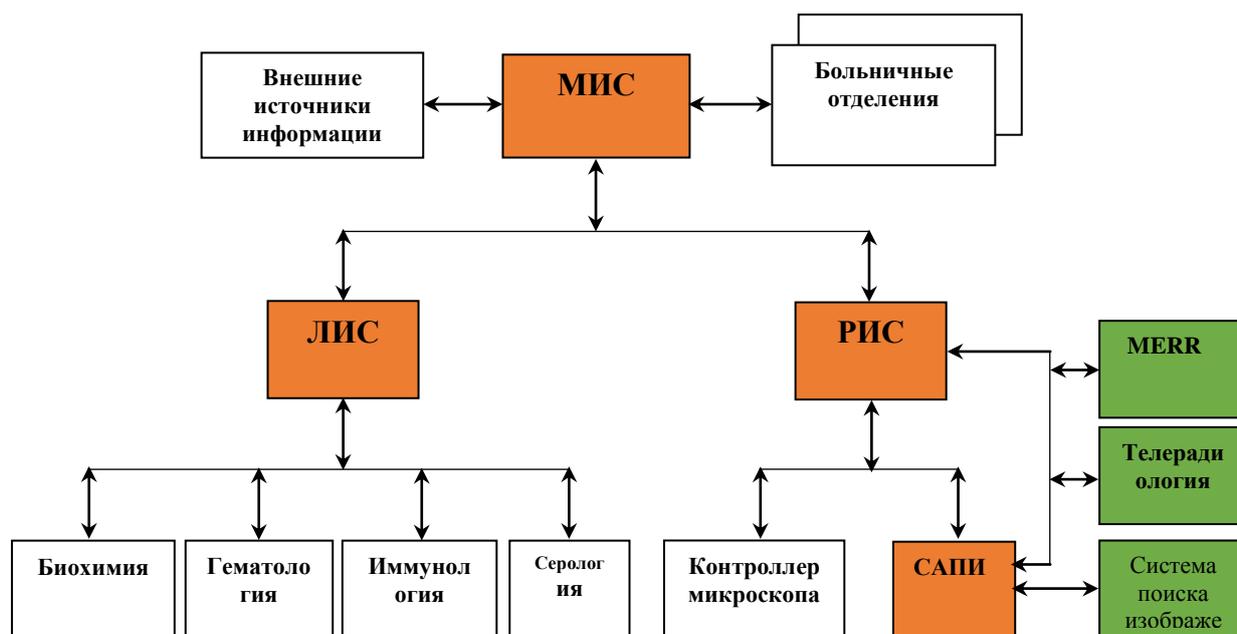


Рисунок 1. – Общая схема САПИ / РИС и ЛИС в медицинской информационной системе

Глава 2 посвящена алгоритмам, позволяющим повысить точность получения результатов поиска изображений с помощью Content-Based Image Retrieval (CBIR) для компьютерной диагностики. CBIR полностью интегрируются в сетевую среду радиологии на основе систем САПИ / РИС / МИС / Телерадиология, подключенных к диагностическим рабочим станциям.

Система поиска изображений очень важна в поиске полезной информации в огромном количестве медицинских изображений. Для анализа нового медицинского изображения система CBIR может сначала получить визуально похожие изображения в существующем наборе данных. Затем интерпретация высокого уровня может быть проделана на основе найденных изображений (рисунок 2). Системы поиска изображений требуют одновременного включения описательной информации о цвете, текстуре и форме объекта. Каждый вектор визуальных признаков, извлеченный из изображения, имеет числовые компоненты, которые принадлежат разным интервалам. Алгоритм Efficient Manifold Ranking (EMR) используется в CBIR для ранжирования изображений в базе данных изображений по запросу. Алгоритм EMR сначала строит взвешенный график для всех точек данных в

пространстве признаков. Точки данных находятся внутри или за пределами базы данных признаков в предположении, что они имеют относительные веса с близкой анкерной точкой. Чтобы ранжировать изображения по запросам, сначала запросам присваивается положительное ранжирование, а остальным присваивается ноль. Затем все точки данных распространяют свои рейтинговые оценки своим соседям через взвешенный граф. Этот процесс распространения будет повторяться до тех пор, пока не будет достигнуто глобальное стабильное состояние, и все точки данных в базе данных изображений будут иметь свои собственные оценки в соответствии с ранжированием по запросам (рисунок 2).

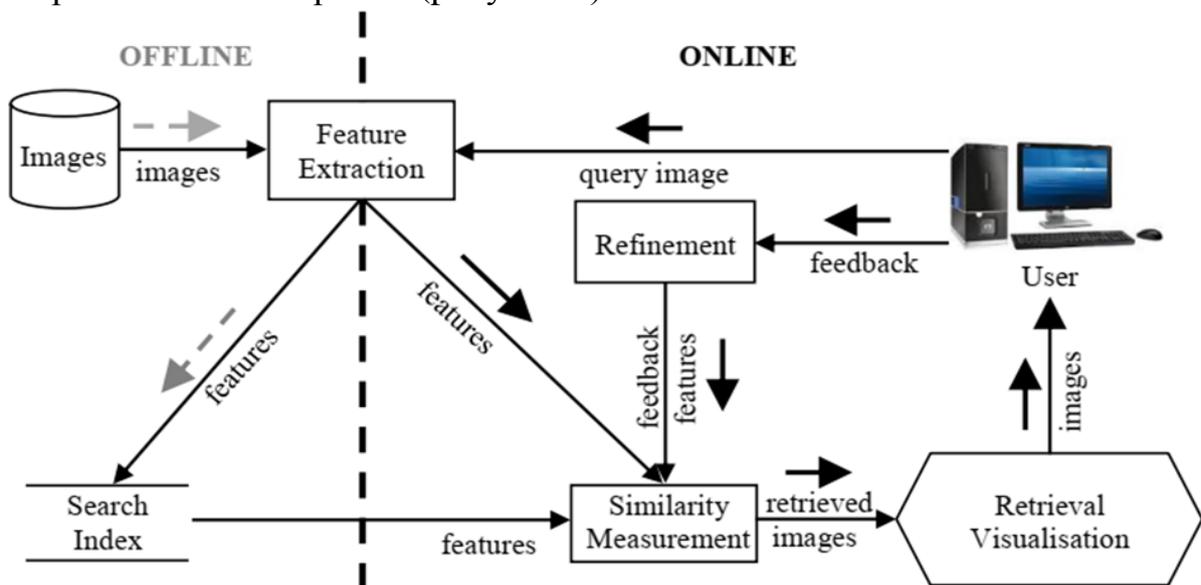


Рисунок 2. – Общая модель CBIR

При объединении нескольких признаков изображений для ранжирования по EMR необходимо рассчитать расстояние между точками объекта. Для низкоуровневых функций, которые используются в EMR, требуется метод нормализации при расчете веса каждого ребра на графе, чтобы повысить точность результатов ранжирования. После нормализации все компоненты нормализованных векторов признаков принадлежат одному и тому же интервалу, а именно $[0, 1]$. Мы разработали новый метод нормализации негауссовских функций для повышения производительности алгоритма EMR ранжирования по множеству и его применение в системе поиска изображений.

Далее мы дадим определение предложенного 3σ -opt оператора нормализации с оптимальными параметрами.

Определение :

Пусть $x = \{x_{t,j}\}_{j=1}^{m_t}$, $\forall 1 \leq t \leq T$ будет входным вектором объектов набора t^{th} с размерностью m_t (для удобства мы обозначим x_t через x).

Вектор нормализации 3σ -орт вектора x является новым вектором $x^{\text{norm}} = \{x_{i,j}^{\text{norm}}\}_{j=1}^{m_t}$, определяемым как:

$$x_j^{\text{norm}} \stackrel{\text{def}}{=} a_{\text{opt}} \left(\min_{1 \leq c \leq C} \left\{ \frac{x_j - V_{t,c,j}}{3\sigma_{t,c,j}} \right\} + \max_{1 \leq c \leq C} \left\{ \frac{x_j - V_{t,c,j}}{3\sigma_{t,c,j}} \right\} \right) + b_{\text{opt}}, \quad \forall j = \overline{1, m_t} \quad (1)$$

где a_{opt} и b_{opt} - два коэффициента, которые удовлетворяют:

$$0 < a_{\text{opt}} < 1, \quad -0.5 \leq b_{\text{opt}} \leq 0.5.$$

$(a_{\text{opt}}, b_{\text{opt}})$ – оптимизированное решение при ограничении целевой функции $F_t(a, b)$, где

$$F_t(a, b) = \left(1 + \left(\left(\sum_{i=1}^n \sum_{1 \leq j \leq \dim E_{t,i} \wedge ad_{t,i,j} + b \in [-1,1]} (ad_{t,i,j} + b)^2 \right) (n * \dim E_t)^{-1} \right)^{1/2} \right)^{-1} + \# \left\{ j \in \overline{1, \dim(E_t)} / \# \left\{ i \in \overline{1, n} / ad_{t,i,j} + b \notin [-1,1] \right\} > n * \alpha_{\text{out}} \right\} \rightarrow \min \quad (2)$$

и C – желаемое число кластеров векторов признаков $\{E_{t,i}\}_{1 \leq i \leq n}$ кортежа t^{th} с использованием алгоритма кластеризации FCM, $V_{t,c,j}$ ($1 \leq t \leq T, 1 \leq c \leq C, 1 \leq j \leq m_t$) – компонент j^{th} центр кластеров c^{th} , полученный FCM для $\{E_{t,i}\}_{1 \leq i \leq n}$, $\sigma_{t,c,j}$ ($1 \leq t \leq T, 1 \leq c \leq C, 1 \leq j \leq m_t$) представляет собой стандартное отклонение компонента j^{th} вектора признаков набора t^{th} для кластер c^{th} , $\sigma_{t,c,j}$ ($1 \leq t \leq T, 1 \leq c \leq C, 1 \leq j \leq m_t$) рассчитывается по формуле:

$$\forall 1 \leq j \leq m_t, \quad \sigma_{t,c,j} \stackrel{\text{def}}{=} \sqrt{\sum_{i=1}^n \eta_{c,i}^p (E_{t,i,j} - V_{t,c,j})^2 / \sum_{i=1}^n \eta_{c,i}^p} = \sqrt{(\sum_{i=1}^n \eta_{t,c,i}^p (E_{t,i,j})^2 / \sum_{i=1}^n \eta_{t,c,i}^p) - V_{t,c,j}^2} \quad (3)$$

$$d_{t,i,j} \stackrel{\text{def}}{=} \min_{1 \leq c \leq C} \left\{ \frac{E_{t,i,j} - V_{t,c,j}}{3\sigma_{t,c,j}} \right\} + \max_{1 \leq c \leq C} \left\{ \frac{E_{t,i,j} - V_{t,c,j}}{3\sigma_{t,c,j}} \right\}, \quad t = \overline{1, T}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, \dim(E_t)} \quad (4)$$

$\alpha_{\text{out}} \in (0, 1)$ – это пороговое значение для числа элементов компонента векторного компонента j^{th} базы данных $E = \{E_i\}_{i=1}^n$, которое выходит за пределы $[-1, 1]$.

В соответствии с приведенным выше оператором нормализации 3σ -орт мы предлагаем два алгоритма. Первый алгоритм предназначен для нормализации векторов признаков и кластеризации базы данных изображений перед применением меры подобия в ранжировании изображений:

Algorithm 1 Normalization of feature vectors and Clustering for image database

Input: The database $\{E_{t,i}\}_{1 \leq i \leq n}$ of tuple t^{th} of feature vectors ($1 \leq t \leq T$), the desired cluster number $C = C(t) \in N^+, C \geq 2, m_t = \dim(E_{t,i}), \forall i = \overline{1, n}$. Percentage thresholds falling out $[-1, 1]$ after normalizing: α_{out} .

Output: The database $\{E_{t,i}^{Norm}\}_{1 \leq i \leq n}$ of normalized feature vectors where most of component j^{th} of the tuple t^{th} $\{E_{t,i}^{Norm}\}_{1 \leq i \leq n}$ are in the interval $[0, 1]$, the center vectors $\{V_{t,c}\}_{1 \leq c \leq C_t}$ of cluters, $\{\sigma_{t,c,j}\}_{1 \leq c \leq C_t, 1 \leq j \leq m_t}$, the optimal parameters a_{opt} and b_{opt} of 3σ -opt.

Step 1: Do $FCM(C_t, P_t)(\{E_{t,i,c}\}_{1 \leq i \leq n; 1 \leq t \leq T})$, obtain the center vectors $\{V_{t,c}\}_{c=1}^{C_t}$ and the membership matrix.

Step 2: Calculate $\{\sigma_{t,c,j}\}_{1 \leq c \leq C_t, 1 \leq j \leq m_t}$ according to formula (3).

Step 3: Calculate $\{d_{t,c,j}\}_{1 \leq c \leq C_t, 1 \leq j \leq m_t}$ according to formula (4).

Step 4: Solve $F_t(a,b) \rightarrow \min$ with $a \in (0,1)$ and $b \in [-0.5, 0.5]$ where $F_t(a,b)$ determined by formula (2) as the following sub steps:

4.1: Start $a = (C + 1)^{-1}, b = 0$.

4.2: Repeat, change a and b such that $F_t(a,b)$ reaches the approximate value of the idea smallest value .

4.3: Stop, obtain $a_{opt} = a$ and $b_{opt} = b$.

Step 5: Normalization in $[-1, 1]$:

Repeat to each tuple t^{th} of each feature vector $E_{t,i}$:

5.1: Repeat with each component j^{th} of $E_{t,i}, j = \overline{1, m_t}$ and calculate $E_{t,i,j}^{norm}$ according to formula (1).

5.2: Normalize in $[0, 1]$ (to apply for CBIR):

$$\text{Calculate } E_{t,i,j}^{norm} = \min \left\{ \frac{\max \{E_{t,i,j}^{norm}, -1\} + 1}{2}, 1 \right\}.$$

Return: $\{E_{t,i}^{norm}\}_{1 \leq i \leq n}, \{V_{t,c}\}_{1 \leq c \leq C_t}, \{\sigma_{t,c,j}\}_{1 \leq c \leq C_t, 1 \leq j \leq m_t}, a_{opt}$ and b_{opt} .

Основываясь на Алгоритме 1, мы предлагаем Алгоритм 2 для изменения исходного алгоритма EMR для ранжирования изображений в Image Retrieval следующим образом:

Algorithm 2 Efficient Manifold Ranking with normalization of low-level features by 3σ -opt

Input: normalized vectors $\{E_{t,i}^{Norm}\}_{1 \leq t \leq T, 1 \leq i \leq n}$, cluster centers $\{V_{t,c}\}_{1 \leq t \leq T, 1 \leq c \leq C_t}$, $\{\sigma_{t,c,j}\}_{1 \leq t \leq T, 1 \leq c \leq C_t, 1 \leq j \leq m_t}$ and params $\{a_t\}_{1 \leq t \leq T}, \{b_t\}_{1 \leq t \leq T}$ optimized by objective functions $F_t(a,b)$. $Q = \{Q_t\}_{1 \leq t \leq T}$: feature vectors of the query image. nA : the number of anchors for EMR, parameter $a \in (0,1)$ ($a \approx 1$).

Output: $r = \{r_i\}_{1 \leq i \leq n}, r_i \in [0,1] \forall i = \overline{1,n}$ the similar values of E_i ranked by Q .

Step 1: (offline step), do EMR for $\{E_{t,i}^{Norm}\}_{1 \leq t \leq T, 1 \leq i \leq n}$ with nA anchors we obtain the weighted matrix Z with size of $nA \times n$, the adjacent matrix W is calculated by

$$W = (w_{ij})_{1 \leq i, j \leq n+1}, W \stackrel{def}{=} Z^T Z, w_{ij} = \sum_{k \in Nb(i,s) \cap Nb(j,s)} z_{ki} * z_{kj}, 1 \leq i, j \leq n+1$$

and the cluster center matrix aLandMark with nA feature vectors of m dimension, where $m = \sum_{t=1}^T \dim(E_{t,1})$.

Step 2: Put $Q^{Norm} = \{Q_t^{Norm}\}_{1 \leq t \leq T}$, where $Q_{t,j}^{Norm}$ are calculated by

$$Q_{t,j}^{Norm} \stackrel{def}{=} a_t \left\{ \min_{1 \leq c \leq C} \left\{ \frac{Q_{t,j} - V_{t,c,j}}{3\sigma_{t,c,j}} \right\} + \max_{1 \leq c \leq C} \left\{ \frac{Q_{t,j} - V_{t,c,j}}{3\sigma_{t,c,j}} \right\} \right\} + b_t, \forall j = \overline{1, m_t}$$

and then $Q_{t,j}^{norm} = \min \left\{ \frac{\max \{Q_{t,j}^{norm}, -1\} + 1}{2}, 1 \right\}$

Step 3: Extending the matrix Z to obtain a new matrix Z_Q with size of $nA \times (n+1)$.

$$Z = (z_{ki})_{1 \leq k \leq C, 1 \leq i \leq n+1}, z_{ki} = \frac{K \left(\frac{\|E_i - A_k\|}{d_s} \right)}{\sum_{l \in Nb(i,s)} K \left(\frac{\|E_i - A_l\|}{d_s} \right)} \forall k \in Nb(i,s), z_{ki} = 0 \forall k \notin Nb(i,s)$$

Step 4: Put $r_Q = \{r_i\}_{1 \leq i \leq n+1}, r_i = 0 \forall i = \overline{1,n}, r_{n+1} = 1.0$.

Using the matrix Z_Q , do EMR to obtain r_Q^* and normalize r_Q^* to $[0, 1]$.

Return: $r = \{r_{Q,i}^*\}_{1 \leq i \leq n}$.

Эксперименты по поиску изображений в больших базах данных изображений доказали эффективность ранжирования сходства методом EMR- 3σ -opt. Эксперименты показывают эффективность предложенного алгоритма

для эффективного ранжирования изображений, качество поиска изображений действительно улучшается.

Мультимедийный (голосовой) отчет радиолога уже реализуется и используется в больнице. Для синтеза речи предложены новые вычислительные методы для определения маркеров основного тона исходного речевого сигнала на основе его совокупного сигнала и векторов количественного целевого приближения, а именно $qTAV$. Это генерирует траектории основной частоты двухслоговых тонов. Новые методы включают три численных решения. Первое решение простое, без необходимости деления вокализованного сегмента на короткие сегменты (кадры), как другие методы, но при этом достигается высокая точность. С использованием вьетнамских речевых данных лексических тонов и фонетики (включая полный охват вьетнамской фонетики) результаты расчета маркеров основного тона в соответствии с новым подходом оказались правильными. Алгоритм может быть записан в следующем виде.

Algorithm Estimating quantitative Target Approximation Vectors ($qTAVs$) of two-syllable tones.

Input: Given F_0 trajectories $\{f_0^1(t)\}_{1 \leq t \leq T_1}$ and $\{f_0^2(t)\}_{T_2 \leq t \leq T_3}$ of two-syllable tones tn_1 and tn_2 respectively.

Parameters: $\Theta = \{m, Q_1, Q_2, first, last, \beta, \gamma, k_{min}, k_{max} \mid m > 0, Q_1, Q_2 \in \mathbf{N}, 0 < k_{min} < k_{max} < 1, \beta > 0, \gamma > 0\}$,

Output: $qTAVs$ v_{m_1}, v_{m_2} , and a new F_0 generated $\{f_0^{2,new}(t)\}_{1 \leq t \leq T_3}$.

Step 1: Calculate T_c by formula (1), $\overline{f_0^2}(t)$, $t = \overline{T_1, T_2}$ by formula

$$\overline{f_0^2}(t) \stackrel{def}{=} (1 - \tanh(m * (t - T_1))) f_0^1(T_1) + \tanh(m * (t - T_1)) * f_0^2(T_2) \forall t \in (T_1, T_2),$$

Step 2: Calculate $v_{m_1} : v_{m_1} = SPTF_{\Theta_1} \left(\left\{ f_0^1(t) \right\}_{t=1, T_1} \right)$,

where $\Theta_1 = \{ Q_1, first, last, \beta, \gamma, k_{min}, k_{max} \}$.

Step 3: Calculate $v_{m_2} : v_{m_2} = SPTF_{\Theta_2} \left(\left\{ \overline{f_0^2}(t + T_c - 1) \right\}_{t=1, T_3 - T_c - 1} \right)$,

where $\Theta_2 = \{ Q_2, first, last, \beta, \gamma, k_{min}, k_{max} \}$.

Step 4 (optional step): Calculate $\{f_0^{2,new}(t)\}_{1 \leq t \leq T_3}$,

$$f_0^1(t) \neq NAN : f_0^{1,new}(t) = a_{m_1} * t + b_{m_1} + (k_{m_1})^t P_{K, m_1}(t), t = \overline{1, T_1}.$$

$$f_0^2(t) \neq NAN : t' = t - T_c + 1, f_0^{2,new}(t) = a_{m_2} * t' + b_{m_2} + (k_{m_2})^{t'} P_{K, m_2}(t'), t = \overline{T_2, T_3}.$$

Return: $v_{m_1}, v_{m_2}, \{f_0^{2,new}(t)\}_{1 \leq t \leq T_3}$.

Эксперименты показали эффективность предложенного алгоритма при генерации траекторий F0 двухсложных тонов сложной формы на вьетнамском языке. Алгоритм генерации траектории F0 по векторам qTA сильно обобщен, поэтому в наших следующих исследованиях мы расширим результаты для генерации многослоговых тонов (более двух).

Глава 3 посвящена проблемам, существующим в условиях больницы с разделенными подсистемами САПИ / РИС / ЛИС / Teleradiology.

В этой главе объясняются основные структуры подсистем медицинской информационной системы и предложены решения и структурные модели для решения проблем, касающихся улучшения качества автоматической обработки медицинских изображений и сигналов в отделении радиологии и клиническом отделении, а затем расширение обмена информацией между больницами с помощью платформы телемедицины. Они были описаны следующим образом.

Предложена архитектура медицинской информационной системы и ER-диаграмма лабораторной информационной системы. Результаты тестирования лабораторной информационной системы помогают радиологу и врачу в постановке диагноза, добавляя больше информации о пациенте, особенно в случае крайней необходимости.

Предложена структурная модель ядра САПИ. Основываясь на предложенных критериях и выбранном решении для разработки базы данных медицинских изображений, он предоставляет изображение, которое используется врачами для принятия решения о диагнозе. Также предложена структурная модель для интеграции САПИ с Teleradiology, которая обеспечивает синхронизацию взаимодействия медицинских изображений и отчетов между серверами баз данных изображений, дисплеями рабочих станций в больнице. Общая схема включает в себя все отделения больниц. САПИ / РИС / ЛИС управляет локальным хранилищем данных радиологии и управляет рабочим процессом, а телерадиология - удаленным доступом к изображению. Вышеуказанная интеграция поддерживает полный рабочий процесс радиологии сайта для лечащего врача, будь то на месте или удаленно.

Предложена структурная модель комбинированной системы поиска изображений с САПИ. Это предлагаемое решение повышает эффективность системы поиска изображений, поскольку точная диагностика на основе изображений зависит от качества как получения изображения, так и его интерпретации. Эти изображения были использованы не только в

диагностических методах, но и в лечении с использованием методов на основе обработки изображений.

Предложена платформа телемедицины на основе программного обеспечения gLite. AMGA управляет информацией о здоровье и медицинском имидже (рисунок 3). Эта платформа предоставляет врачам простой метод использования телемедицинской среды для управления и обмена информацией о пациенте (например, электронная медицинская карта, изображения в формате DICOM) между удаленными пунктами (рисунок 4).

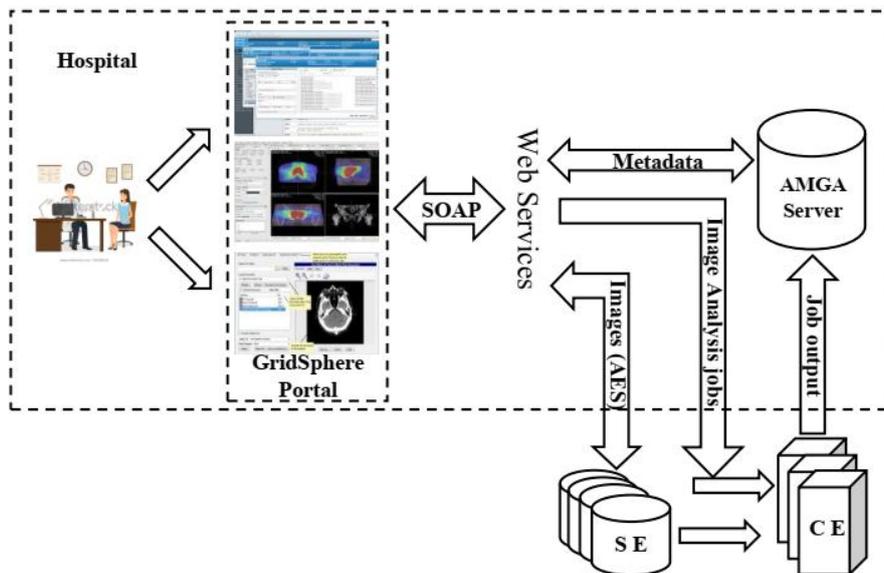


Рисунок 3. – Управление медицинскими данными и изображениями в больнице

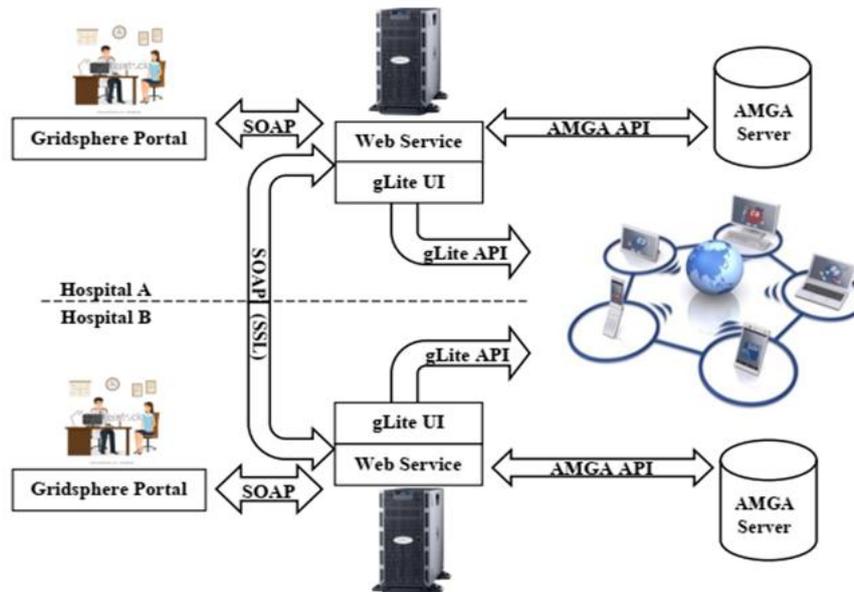


Рисунок 4. – Медицинские данные и обмен изображениями между больницы в разных местах

В ходе обсуждения мы предложили рассмотреть перспективы сетевой архитектуры, основанной на современных беспроводных технологиях, и

анализ последних спутниковых телемедицинских сетей. Это может открыть новые практические возможности для радиолога на местном, региональном и межстрановом уровне и обеспечить механизм для реализации правительственных инициатив по более эффективному использованию радиологических служб на больших территориях.

Главе 4 описывается состав программного обеспечения и методы его использования, а также приводятся некоторые результаты, полученные при внедрении МИС / РИС / САПИ / Телерадиология и автоматизированной обработке медицинских изображений и сигналов во вьетнамской больнице.

Программное обеспечение для построения базы данных медицинских изображений САПИ и интеграции с другими поддерживаемыми диагностическими приложениями, такими как Image Retrieval System показано на рисунке 5.

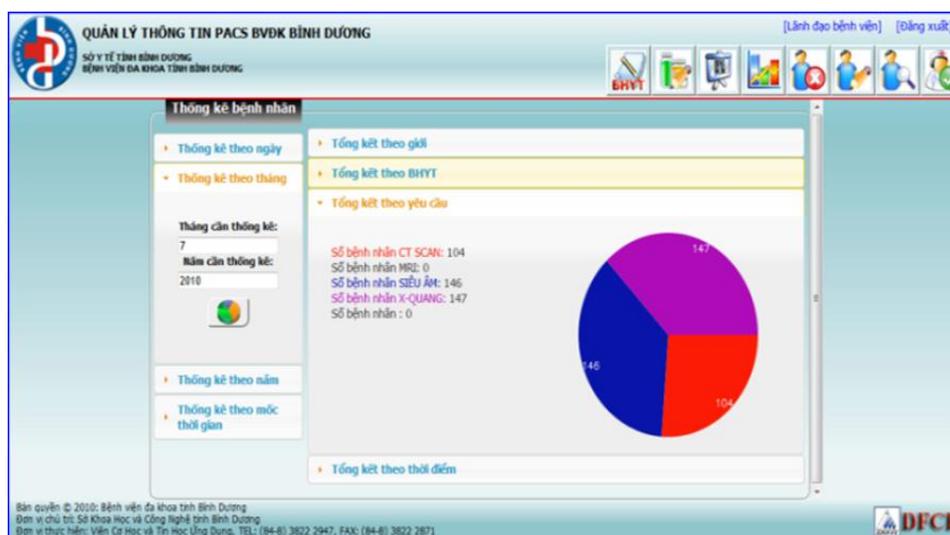


Рисунок 5. – Интерфейс программного обеспечения для управления и отслеживания данных пациентов

Предполагается, что первым принципом при разработке архитектуры системы САПИ является максимальное использование существующих отраслевых стандартов для соответствия всей схеме проектирования САПИ, что также означает минимизацию разработки программного обеспечения для пользователей. Более того, использование как аппаратных стандартов, так и стандартов программного обеспечения повысит возможность обновления изменений в системе. Необходимо также удовлетворять следующим требованиям: система САПИ должна быть открытой; перенос данных из одного модуля САПИ в другие модули САПИ должен быть быстрым; форматы данных и изображения должны быть использованы правильно. Компьютерный протокол должен быть стандартным протоколом. Исходя из требований, в этой

главе также описаны основные компоненты системы хранения и передачи изображений: первый компонент - это шлюз. Он реализован для получения изображения и данных из модальностей и отправки изображения в базу данных изображений. Мы использовали dcm4chee, Java JDK 1.6, Net Framework 2. Второй компонент - сервер хранения. Он реализован для построения базы данных изображений с помощью Linux CentOS. 5.5, Oracle Standard Express 10g версии 10.2.0.0 для СУБД сервера баз данных медицинских изображений. Третий компонент - сервер приложений и веб-сервер. Они были созданы для связи клиент-сервер с использованием Apache 2.2.14 с языком программирования PHP 5.3.1. Четвертый компонент - дисплеи рабочих станций. Они были использованы в отделениях радиологии и клиниках с использованием прикладного программного обеспечения для медицинской диагностики. Пятый компонент – сетевая система. Она был разработан для подключения всех компонентов. Все части связаны между собой через сетевую систему. База данных медицинских изображений формируется через оцифровку изображений.

На рисунке 6 показано программное обеспечение, реализующее необходимые функции для помощи врачу в диагностике, такие как поиск текстовой информации о пациенте, поиск и просмотр изображений пациента.

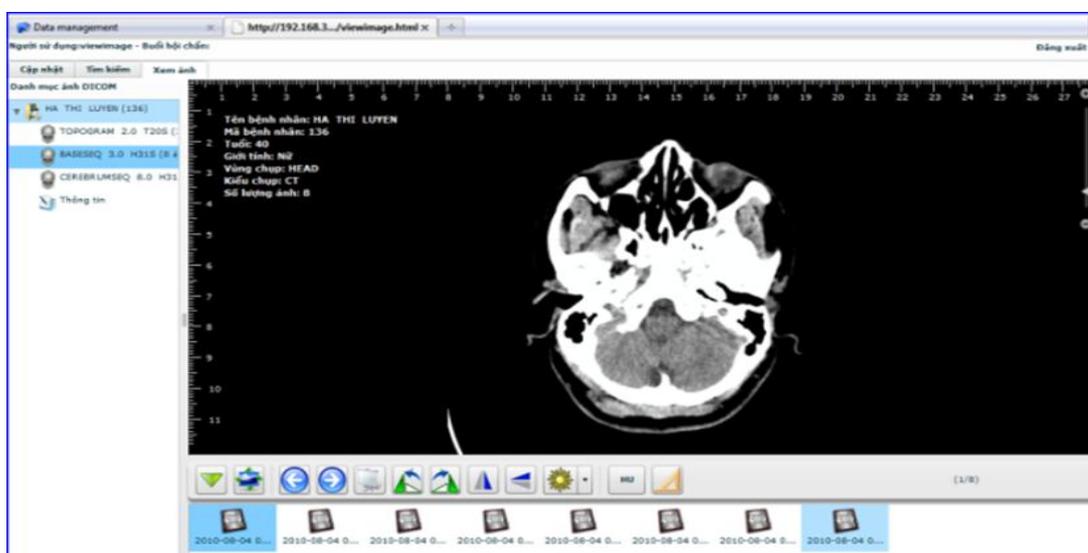


Рисунок 6. — Специализированное программное обеспечение для фильтрации и визуализации медицинских изображений

Кроме того, программное обеспечение также поддерживает операции изменения размера изображения, увеличения или уменьшения контрастности, изменения свет / темнота, анализа коэффициента Хаунсфилда (HU), измерения размера поврежденной области, записи результатов и выводов.

Телерадиология - это способы снижения затрат на обработку и передачу изображений, видео, базу данных DICOM. Она помогает минимизировать затраты на поддержку жизненного цикла базы данных медицинских изображений. Рассматриваются новые направления в области хранения и распространения медицинских данных, таких как GRID, одноранговые и облачные вычисления.

Hospital Open Software Platform как платформа электронного здравоохранения использует большое количество ресурсов, предоставляя набор инструментов, с помощью которых врачи могут легко обмениваться медицинскими данными и ресурсами. Благодаря этим общим ресурсам у экспертов и исследователей будет достаточно времени для анализа, сравнения информации друг с другом. Это поможет им диагностировать и предвидеть результаты лечения быстро и точно. В заключительной части главы приводятся материалы о системе САПИ, которые были внедрены в больнице Фам Нгок Тах для реализации программы профилактики туберкулеза Городской ассоциации общественного здравоохранения г.Хошимин (рисунок 7) в целях использования медицинской диагностики для анализа медицинских изображений в отделении радиологии для профилактики туберкулеза и мониторинга рака легких.

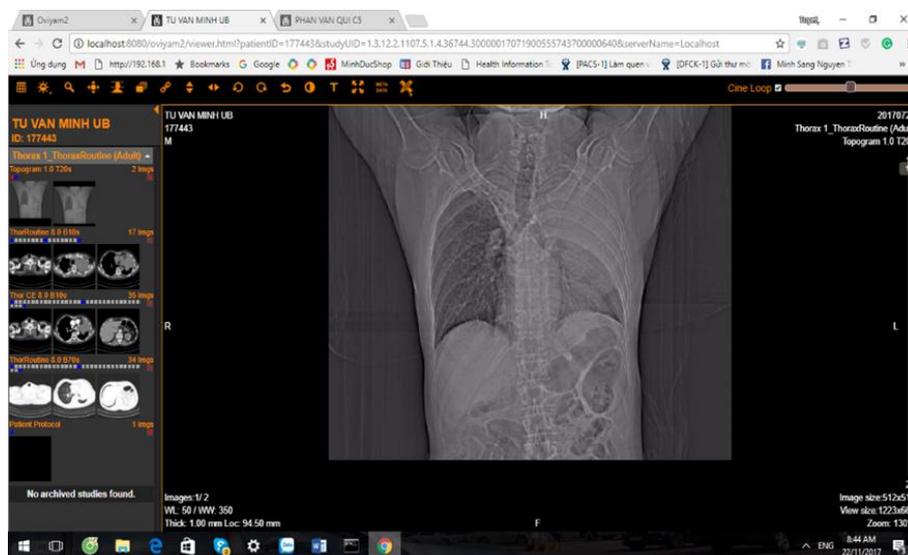


Рисунок 7 – Случай КТ легких, заархивированный в базе данных программы профилактики туберкулеза

Показано несколько иллюстраций при разворачивании системы на основе общей схемы во вьетнамской больнице. Создана интегрированная среда для хранения и обработки медицинских изображений и клинических данных. Она

помогает рентгенологу использовать медицинские изображения в качестве помощи в обнаружении заболеваний и в постановке диагноза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

В этом исследовании мы получили следующие основные результаты:

1. Разработан алгоритм нормализации 3σ -opt оператора с оптимальными параметрами и алгоритм EMR- 3σ -opt для изменения и повышения производительности алгоритма ранжирования изображений и его применения в системе поиска изображений. Это помогает выбрать множество подобных случаев и помогает рентгенологу улучшить интерпретацию редких отклонений и помочь в определении диагноза [8; 10; 13; 19; 20; 21].

2. Разработаны алгоритмы, определяющие маркер основного тона исходного речевого сигнала на основе его накопительного сигнала, косвенный метод маркера основного тона без разделения речевого сегмента на кадры и алгоритм оценки количественных векторов аппроксимации цели (qTAV) из одного и двух слогов [3; 8; 9; 11; 22].

3. Разработана технология объединения системы извлечения изображений с системой архивации и передачи изображений (САПИ). Это позволяет рентгенологу находить похожие изображения из большого архива изображений в базе данных САПИ. Это потенциально помогает в диагностике многих схожих случаях, помогает рентгенологу улучшить интерпретацию редких отклонений и помогает в определении диагноза [1; 2; 4; 9; 12; 13; 17; 18].

4. Разработана платформа телемедицины, которая предлагает врачам новые услуги телемедицины для улучшения их возможностей сотрудничества. Она предоставляет врачам возможность загружать и запрашивать медицинские изображения и клинические данные, хранящиеся на распределенных серверах. Она была разработана на основе программного обеспечения gLite и, в частности, метаданных AMGA, а также системы веб-портала GridSphere [5; 6; 7; 11; 14; 15; 16; 23].

Рекомендации по практическому использованию результатов

Теоретические и технологические результаты, полученные в диссертации, могут быть использованы для создания интегрированной медицинской информационной системы. Это помогает врачу для постановки точного диагноза и эффективного лечения. Результаты данной работы применялись и внедрены при разработке систем, как описано в сертификате от

компании, а также применяются в учебном процессе, как указано в документе из университета Бин Дуонг.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Статьи в научных изданиях в соответствии с п. 18 Положения о присуждении ученых степеней и присвоении ученых званий в Республике Беларусь

1. Dao Van Tuyet. Mở rộng ứng dụng hệ thống PACS và xây dựng hệ thống Telemedicine tại bệnh viện đa khoa tỉnh Bình Dương (Expanding application of the PACS system and building Telemedicine systems in Binh Duong Province hospitals) / Dao Van Tuyet, Vu Duc Thi, Truong Cong Thang // Journal of Science and Technology. – 2014. – № 4[6]. – P. 49-63.

2. Công nghệ RFID áp dụng trong nghiên cứu, xây dựng hệ thống truy xuất thông tin bệnh nhân (RFID technology applied for research and building the formation of a patient access information system) / Dao Van Tuyet, Pham Thanh Phu, Nguyen Cuu Thai Hau, Tran Viet Lam, Truong Cong Thang // Journal of Science and Technology. – 2014. – № 4[6]. – P. 100-113.

3. Triển khai giải pháp chẩn đoán từ xa dùng hệ thống PACS tại bệnh viện đa khoa (BVĐK) tỉnh Đồng Tháp (Deployment of remote diagnosis solution using PACS system at Dong Thap general hospital and extended model) / Dao Van Tuyet, Truong Cong Thang, Tran Duc Hieu, Nguyen Duc Duy, Nguyen Pham Ky Nam, Pham Huynh Quoc Thinh, Tran Hoang Minh Chau, Do Huu Nghia // Journal of Science and Technology. – 2015. – № 8[7]. – P. 82-91.

4. Thai Kim Quyen. Nghiên cứu chuẩn dữ liệu văn bản HL7 và ứng dụng vào hệ thống thông tin y tế (Researching on HL7 textual data standard and applying for hospital information system) / Thai Kim Quyen, Dao Van Tuyet // Journal of Science and Technology. – 2015. – № 8[7]. – P. 149-160.

5. Dao Van Tuyet. A Model for Medical diagnostic laboratory, traditional and multimedia medical database approach / Dao Van Tuyet, S. Ablameyko // Journal of Science and Technology. – 2016. – № 9[8]. – P. 57-68.

6. Một số vấn đề thiết kế hệ thống telemedicine trong điều kiện tài nguyên hạn chế (Some problem on designing telemedicine system for supporting medical diagnostics in the restricted resource condition) / Dao Van Tuyet, Nong Nguyen Minh Thuy, Tran Huu Duat, Nguyen Khanh Tung, Mai Trung Thanh, Nguyen The Hiep, Ngo Dung Nghia // Journal of Science and Technology. – 2016. – № 9[8]. – P. 93-107.

7. Dao Van Tuyet. Xây dựng hệ thống truyền tải hình ảnh và âm thanh hỗ trợ đào tạo từ xa trên mạng VinaREN (Construction of image and audio transmission system for supporting the distance training by VinaREN) / Dao Van Tuyet, Nong Nguyen Minh Thuy // Journal of Science and Technology. – 2016. – № 9[8]. – P. 160-170.

8. Dao Van Tuyet. A Model for Medical Diagnostic Laboratory: Multimedia Database approach / Dao Van Tuyet, S. Ablameyko // Информатика. – 2018. – Т. 15, № 2. – С. 17-28.

9. Dao Van Tuyet. Radiology Information System as a main part of Image Management in Electronic Hospital / Dao Van Tuyet, S. Ablameyko // Nonlinear Phenom. Complex Syst. – 2018. – Vol. 21, № 3. – P. 253-267.

10. A Novel Non-Gaussian Feature Normalization Method and its Application in Content Based Image Retrieval / Trung Hoang Xuan, Tuyet Dao Van, Huy Ngo Hoang, S. Ablameyko, Cuong Nguyen Quoc, Quy Hoang Van // Nonlinear Phenom. Complex Syst. – 2019. – Vol. 22, № 1. – P. 1-17.

11. Tonal languages speech synthesis using an indirect pitch markers and the quantitative target approximation methods / Ta Yen Thai, Hoang Ngo Huy, Dao Van Tuyet, Sergey V. Ablameyko, Nguyen Van Hung, Doan Van Hoa // Журнал Белорусского государственного университета. Математика. Информатика. – 2019. – Т. 3. – С. 105-121.

Статьи в сборниках материалов научных конференций

12. A telemedicine platform for information and image management on the Grid/ M. Diarena, V. Breton, Y. Legre, L. Maigne, Dao, Van Tuyet, J.-Y. Boire, J.R. Bilbao // Book of abstracts 3rd EGEE User Forum, Clermont - Ferrand, France, February 11-14, 2008. – Clermont-Ferrand, 2008. – P. 172.

13. Dao Van Tuyet. Some recent result of implementing health information system and tediagnosis system by using Care2X and Ipath telemedicine platform in research lab at IAMI / Dao Van Tuyet, Ly Kim Quyen // Hội nghị Khoa học Kỷ niệm 25 năm ngày thành lập Viện IAMI thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (25th Anniversary of IAMI's foundation of the Vietnam Academy of Sience and Technology), June 29, 2009. – Hanoi, 2009. – P. 241-247.

14. Tích hợp SMS Alert vào Telemedicine Platform (Integrating the SMS Alert into telemedicine platform) / Dao Van Tuyet, Ngo Thi My Hang, Ho Thi Thu Thuy, Vu The Hien // Hội nghị Khoa học Kỷ niệm 25 năm ngày thành lập Viện IAMI thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (Scientific Symposium 25th Anniversary of IAMI's foundation of the Vietnam Academy of Science and Technology), June 29, 2009. – Hanoi, 2009. – P. 274-279.

15. Applying hospital open software platform for e-health on node grid using Glite technology / Vu Duc Thi, Ngo Anh Tuan, Dao Van Tuyet, V. Breton, L. Maigne // Hội nghị Khoa học Kỷ niệm 25 năm ngày thành lập Viện IAMI thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (Scientific Symposium 25th Anniversary of IAMI's foundation of the Vietnam Academy of Science and Technology), June 29, 2009. – Hanoi, 2009. – P. 329 -336.

16. A modelling for picture archiving and communication system at a hospital Traditional and multimedia medical database approach / Dao Van Tuyet, Vu Duc Thi, Nguyen Long Giang, Truong Cong Thang, Dang Tran Duc, Tran Duc Hieu, Tran Viet Lam, Nguyen The Hiep // Hội nghị Khoa học Kỷ niệm 30 năm ngày thành lập Viện IAMI thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (Scientific Symposium 30th Anniversary of IAMI's foundation of the Vietnam Academy of Science and Technology), June 27, 2014. – Hanoi, 2014. – P. 95-103.

17. Xây dựng mô hình ứng dụng công nghệ thông tin của bệnh viện đa khoa Tân Uyên (Building an information technology application model for Tan Uyen hospital) / Dao Van Tuyet, Truong Cong Thang, Vo Kim Huynh, Tong Ngoc Dang Tuyen, Le Phan Vy, Nguyen Pham Ky Nam, Pham Quoc Thinh // Hội nghị Khoa học Kỷ niệm 30 năm ngày thành lập Viện IAMI thuộc Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam (Scientific Symposium 30th Anniversary of IAMI's foundation of the Vietnam Academy of Science and Technology), June 27, 2014. – Hanoi, 2014. – P. 194-206.

18. Applying RFID technology in study, building patient information assessed system / Dao Van Tuyet, Pham Thanh Phu, Tran Viet Lam, Pham Huynh Quoc Thinh, Vo Kim Huynh, Nguyen Pham Ky Nam, Nguyen The Hiep // Proceedings of the first Asian Winter School on Information and Knowledge Engineering, AWSIKE 2014, Ba Ria - Vung Tau, Vietnam, February 12 - 14, 2014. – Ba Ria - Vung Tau University, 2014. – P. 31-38.

19. Extending application of PACS system and building a Telemedicine system at Binh Duong general hospital/ Dao Van Tuyet, Vu Duc Thi, Truong Cong Thang, Tong Ngoc Dang Tuyen, Vo Kim Huynh, Le Phan Vy, Nguyen Pham Ky Nam, Pham Huynh Quoc Thinh, Nguyen The Hiep // Proceedings of the first Asian Winter School on Information and Knowledge Engineering, AWSIKE 2014, Ba Ria - Vung Tau, Vietnam, February 12 - 14, 2014. – Ba Ria - Vung Tau University, 2014. – P. 51-60.

20. Tran Quang Dieu. HIPI: A Principal Component Analysis Algorithm in Face Recognition / Tran Quang Dieu, Dao Van Tuyet // Proceedings of the first Asian Winter School on International and Knowledge Engineering, Proceedings of the first Asian Winter School on Information and Knowledge Engineering, AWSIKE 2014,

Ba Ria - Vung Tau, Vietnam, February 12 - 14, 2014. – Ba Ria - Vung Tau University, 2014. – P. 183-189.

21. A Novel Low-Level Feature Normalization Method for Content Based Image Retrieval / Trung Xuan Hoang, Tuyet Van Dao, Nguyen Trinh Nguyen, Huy Hoang Ngo, S. Ablameyko // Lecture Notes in Computer Science and Series (LNCS). Theoretical Computer Science and General issues (LNTCS). – Springer, 2018. – Vol. 10878: Advances in Neural Networks – ISSN 2018, 15th International Symposium on Neural Network, ISSN, June 25-28, 2018. – Minsk, 2018. – P. 619-627.

22. An Effective Algorithm for Determining Pitch Markers of Vietnamese Speech Sentences / Thai Yen Ta, Hung Van Nguyen, Tuyet Dao Van, Huy Hoang Ngo, S. Ablameyko // Lecture Notes in Computer Science and Series (LNCS). Theoretical Computer Science and General issues (LNTCS). – Springer, 2018. – Vol. 10878: Advances in Neural Networks – ISSN 2018, 15th International Symposium on Neural Network, ISSN, June 25-28, 2018. – Minsk, 2018. – P. 628 - 636.

23. Some issues on designing Teleradiology system for supporting Medical Diagnostics in the restricted resource condition / Dao Van Tuyet, Truong Cong Thang, Nong Nguyen Minh Thuy, Nguyen Khanh Tung, Le Truong Giang, S. Ablameyko // Proceeding of The 3rd Vietnam Conference on Medical Physics, Ho Chi Minh, Vietnam, August 03–04,2018. University Natural Sciences, Vietnam National University. – Ho Chi Minh City, 2018. – P.145-154.

РЭЗЮМЭ

Дао Ван Туиет

**Алгарытмы і тэхналогія пабудовы
інтэграваных медыцынскіх інфармацыйных сістэм**

Ключавыя словы: Аўтаматызаваная апрацоўка, пошук малюнкаў, медыцынскія выявы і сігналы, EHR, LIS, RIS, PACS, Telemedicine.

Мэта працы: Распрацоўка структурных мадэляў, алгарытмаў і тэхналогіі пабудовы інтэграванай медыцынскай інфармацыйнай сістэмы. Падтрымлівае аўтаматызаваную апрацоўку малюнкаў і сігналаў у інтэграванай асяроддзі медыцынскай інфармацыі і малюнкаў.

Метады даследавання і выкарыстаная апаратура: Тэхналогія электроннага аховы здароўя, Інфармацыйныя тэхналогіі ў ахове здароўя, Тэорыя аўтаматычнай апрацоўкі медыцынскіх малюнкаў і сігналаў, Тэорыя праграмных тэхналогій і алгарытмаў.

Атрыманая вынікі і іх навізна: Пабудаваны наступныя алгарытмы: алгарытмы павышэння дакладнасці пошуку малюнкаў, алгарытмы сінтэзу гаворкі танальнай мовы. Распрацаваны новыя мадэлі, структуры, алгарытмы і тэхналогія пабудовы ядра PACS і сістэмы пошуку малюнкаў для аўтаматызаванай апрацоўкі медыцынскіх малюнкаў. Прапанаваная тэхналогія аб'яднання сістэмы пошуку малюнкаў у сістэму PACS для выкарыстання базы дадзеных DICOM. Яна патэнцыйна дапамагае ставіць дыягназы ў многіх падобных выпадках. Прапанавана платформа тэлеmedыцыны для кіравання і абмену медыцынскімі дадзенымі і малюнкамі. Платформа выкарыстоўвае тэхналогію вэб-сэрвісаў і грыд-сэрвісаў, якая прадстаўляецца праграмным забеспячэннем gLite і сэрвісам метададзеных AMGA gLite.

Атрыманая тэрэтычныя і тэхналагічныя вынікі дазваляюць распрацоўніку ствараць недарагія, простыя ў выкарыстанні сістэмы, якія забяспечваюць хуткую дакладнасць і масавае выкарыстанне малюнкаў і гаворкі ў дыягностыцы.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: Распрацаванае праграмнае забеспячэнне можа быць выкарыстана для стварэння сістэм, у якіх выкарыстоўваюцца сігналы і малюнкі для падтрымкі прыняцця дыягнастычных рашэнняў урач-рэнтгенолагам ў розных галінах медыцыны.

Вобласць ужывання: Прадстаўленыя вынікі ўкаранены ў некаторых бальніцах В'етнама, а таксама на трэнінгах ў універсітэце Бін Дуонг.

РЕЗЮМЕ

Дао Ван Туиет

Алгоритмы и технология построения интегрированных медицинских информационных систем

Ключевые слова: Автоматизированная обработка, поиск изображений, медицинские изображения и сигналы, ЛИС, РИС, САПИ, Telemedicine.

Цель работы: Разработка структурных моделей, алгоритмов и технологии построения интегрированной медицинской информационной системы. Поддерживает автоматизированную обработку изображений и сигналов в интегрированной среде медицинской информации и изображений.

Методы исследования и использованная аппаратура: Информационные технологии в здравоохранении, Теория автоматической обработки медицинских изображений и сигналов, Программные технологии и алгоритмы.

Полученные результаты и их новизна: Построены следующие алгоритмы: алгоритмы повышения точности поиска изображений, алгоритмы синтеза речи тонального языка. Разработаны новые модели структуры, алгоритмы и технология построения ядра САПИ и системы поиска изображений для автоматизированной обработки медицинских изображений. Предложена технология объединения системы поиска изображений в систему САПИ для использования базы данных изображений DICOM. Она потенциально помогает ставить диагнозы во многих схожих случаях. Предложена платформа телемедицины для управления и обмена медицинскими данными и изображениями. Платформа использует технологию веб-сервисов и грид-сервисов, предоставляемую программным обеспечением gLite и сервисом метаданных AMGA gLite.

Полученные теоретические и технологические результаты позволяют разработчику создавать недорогие, простые в использовании системы, обеспечивающие быструю точность и массовое использование изображений и речи в диагностике.

Рекомендации по использованию: Разработанное программное обеспечение может быть использовано для создания систем, в которых используются сигналы и изображения для поддержки принятия диагностических решений врачами-рентгенологами в разных областях медицины.

Область применения: Представленные результаты внедрены в некоторых больницах Вьетнама, а также на тренингах в университете Бин Дуонг.

SUMMARY

Dao Van Tuyet

Algorithms and technology for building integrated medical information systems

Keywords: Automated processing, Image retrieval, medical images and signals, EHR, LIS, RIS, PACS, Telemedicine.

The purpose of the research: Development of structure models, algorithms and the technology for building integrated hospital information system. It supports automated processing of images and signals on integrated environment of medical information and image.

Research methods: E-Health technology, Health Information Technology, Automated processing of medical images and signals theory, Software technology and algorithms.

The obtained results and scientific novelty: The following algorithms are constructed: the algorithms for improving the accuracy result of image retrieval system, the algorithms for speech synthesis of tonal language. New structure models, algorithms and the technology for building a PACS core and Image Retrieval System as automated processing of medical images are developed. The technology for combining the image retrieval system into the PACS system for using its DICOM image database, it potentially assists in suggesting diagnoses of many similar cases, and evidence supplied by the similar cases assist the radiologist to improve interpretation of rare abnormalities and helps in determining a diagnosis. The Telemedicine platform to manage and exchange medical data and medical image, the platform use web services technology and grid service provided by gLite middleware and AMGA metadata service of gLite.

The obtained theoretical and technological results allow the developer to construct low-cost, easy to use systems that ensure rapid accuracy and mass use of diagnosis knowledge.

Usage recommendations: The developed software can be used for building automated processing of medical images and signals systems that use diagnosis knowledge to support making diagnosis decision of doctors, radiologist in the rapid growing areas of the medicine, such as the modern technology applied in design and producing the modalities, computer technology, E-Health technology, medicine, education, etc.

Application area: The presented results are implemented in a hospital in Vietnam, as well as in the training at Binh Duong University.