

УДК 004

Л.А. Кузнецова, М.А. Мельник, К.А. Катилова

Одеський національний політехнічний університет, Одеса

## АНАЛИЗ ПРОБЛЕМАТИКИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЦИФРОВОМ ФОРМАТЕ В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ

*В статье представлен системный анализ и структуризация существующих подходов подтверждения целостности и аутентификации медицинских изображений. Благодаря этому были выявлены особенности технологий цифровых водяных знаков, обусловлено их преимущество в частности в таком практическом применении, как хранение, обработка, передача медицинских изображений, формирование специализированных распределенных баз данных.*

**Ключевые слова:** информация, медицинские данные, медицинская информация, электронная история болезни, медицинская информационная система, цифровой водяной знак.

### Введение

В общем случае процесс контроля целостности обеспечивается введением в объект избыточности. Это достигается добавлением некоторого вектора – проверочной комбинации. Такая комбинация вычисляется согласно определенным алгоритмам и играет роль индикатора, с помощью которого проверяется целостность сообщения. Именно этот момент дает возможность проверить, были ли внесены изменения. Специфика рассматриваемого приложения предъявляет дополнительные требования обратимости преобразований, т.е. после процедуры верификации объект должен быть неизменным на битовом уровне. Специфика разработки методов доказательства целостности медицинских изображений заключается в том, что после окончания верификации, т.е. после извлечения имитовставки, ни один бит объекта не должен быть изменен. В крайнем случае требование неизменности предъявляется к некоторому особо важному фрагменту изображения. Очевидна необходимость обеспечения простоты пользования системы для медицинского персонала, а также обеспечение конфиденциальности соответствующей информации. Все это делает закономерным использование стеганографических технологий цифровых водяных знаков (ЦВЗ), которые должны обладать свойством реверсивности. Обеспечение этого свойства влечет за собой особые трудности при практической реализации алгоритмов [1 – 3].

Рассмотрим особенности медицинской информации на современном этапе развития. Любая деятельность человека представляет собой процесс сбора и переработки информации, принятия на её основе решений и их выполнения. С появлением современных средств вычислительной техники информация стала выступать в качестве одного из важнейших ресурсов научно-технического прогресса.

**Целью статьи** является системный анализ проблематики использования цифровых изображений в медицинской практике, а также структуризация су-

ществующих подходов подтверждения целостности и аутентификации медицинских изображений.

### Основная часть

В настоящее время право граждан на конфиденциальность передаваемых ими сведений при получении медицинской помощи, а также иной информации, составляющей врачебную тайну, порождает ответственность медицинских работников и иных лиц за её разглашение. Эта ответственность может быть административной, дисциплинарной или уголовной в соответствии с законодательством Украины

Медицинские данные не всегда обеспечивают требуемую информацию для однозначной идентификации заболевания. Результаты измерений (значения медицинских переменных) могут отклоняться от актуальных (реальных) значений из-за неточности и/или погрешности. Все это придает особую важность сохранению в первоначальном виде документов медицинской диагностики, на основании которых были сделаны определенные выводы, поставлен диагноз и т.д., а также разработку соответствующего протокола процедуры верификации.

Разработка единого стандарта для электронного медицинского документооборота является одним из важнейших условий эффективности применения новых информационных технологий в медицине. Понятно, что эффективный обмен медицинскими данными между различными медицинскими учреждениями (в частности введение электронной истории болезни) позволит в итоге, элементарно вылечить больше людей, а также уменьшить стоимость лечения. Увеличивается взаимопонимание между медицинскими учреждениями, отдельными специалистами и простым человеком.

За последние 40 лет в мире разработано большое количество разнообразных стандартов электронной медицины [1]. Хотя в общем универсального стандарта нет и разные стандарты зачастую реализовывают различные стороны такой огромной области, как медицина. Наиболее распространёнными

ми являются DICOM, xDT, EDIFACT, HL7. В табл. 1 выполнена сравнительная оценка четырех международных стандартов организации электронной системы медицинского документооборота. Отметим, что для работы с изображениями наиболее распространен стандарт DICOM, в то время как для организации документооборота используется HL7. При этом основной проблемой развития электронного медицинского документооборота является защита от несанкционированного доступа к персональной информации о состоянии здоровья человека.

Таблица 1  
Сравнительная оценка четырех международных стандартов организации электронной системы медицинского документооборота

Название функции	DICOM	xDT	EDI FACT	HL7/CDA
Информационная система госпиталя/ больницы	X	X	X	X
Информация радиологи	X	-	-	X
Система хранения и обмена изображениями	X	-	-	X
Главный индекс пациента	-	X	-	X
Графический диагноз	X	-	-	X
Архивирование	X	X	-	X
Комментарии к диагнозу	-	X	-	X
Изображение в документации	X	-	-	X
Промежуточные отчеты	-	-	-	X
Видео в документации	-	-	-	X
Регистрация пациентов	-	X	-	X
EHG (Electronic Health Record) Электронная история болезни	X	X	X	X
Совпадение счетов	-	X	X	X
Рецепты	-	-	-	X
Преобразование данных	-	X	-	X
Сведения о чрезвычай. ситуациях	-	-	-	X
Практики врачей	-	X	X	X

В медицинской практике Украины при наличии большого парка современного оборудования, позволяющего получать медицинские изображения в цифровом виде, для долгосрочного хранения часто используются только рентгеновские снимки. Медицинские изображения представляются огромными объемами данных: одно изображение может занимать от нескольких мегабайт до гигабайт. Очевидно, что для изменения данной ситуации необходима разработка отечественной медицинской информационной системы, отвечающей современным требованиям.

Правовые вопросы, касающиеся архивирования медицинских данных, решаются в разных странах Евросоюза по-разному, но есть общая тенденция – долгосрочное хранение (около 20 лет для всех данных и до 70 лет для некоторых специальных данных) и предоставление права собственности на эти данные пациенту. Чтобы сделать более удобным хранение и передачу графических данных, несколькими международными организациями и промышленными компаниями был принят стандарт DICOM (Digital Image and Communication in Medicine).

Особенность алгоритмов обработки медицинских изображений состоит в том, что некоторые из них должны выполняться в интерактивном режиме:

– для решения проблемы надежности: чтобы гарантировать, что пользователь полностью контролирует результаты выполнения алгоритма путем интерактивного управления;

– для решения вопросов правовой ответственности: автоматическая обработка медицинских данных часто создает проблему правовой ответственности. Если алгоритм выполняется под руководством пользователя, эта проблема снимается.

Любая успешная система медицинских данных должна обеспечивать связи между данными, представляющими изображения, и данными, изображения не представляющими, такими как результаты биопсии, записи о ходе лечения и метаданные пациента. Кроме того, нужны связи между различными формами медицинских изображений (томограммы, рентгенограммы, маммограммы) для решения более общих задач, таких как конфиденциальность и защита медицинских данных и соответствующий ролевой доступ к этим данным. Рассмотрим возможность применения метода индексирования, разработанного для администрирования баз данных фотографий.

Одним из наиболее важных аспектов при построении крупномасштабных виртуальных наборов данных для изображений является возможность выполнять запросы прозрачным и эффективным способом. Наиболее стандартный способ формулирования запросов – это выражение условий поиска через атрибуты изображений. Практическая реализация метода индексов требует больших вычислительных мощностей и больших трудозатрат для обработки данных. Промежуточный уровень между прямым доступом к изображениям и запросами, использующими только метаданные, состоит в запросе свойств изображений. Такой тип запросов основан на вычислении индексов, описывающих либо глобальные свойства изображений, либо локальные свойства отдельных областей изображений, характерных объектов или топологические соотношения между этими объектами. Эти индексы могут внести большой вклад в развитие системы CBIR (Content-Based Image Retrieval), поскольку могут быть использованы стандартные операции над базой данных, и можно избежать прямого доступа к необработанным данным, представляющим изображения.

Однако индексирование медицинских изображений не привлекло внимание исследователей в такой же степени, как индексирование фотографических изображений, и выбор подходящих методов индексирования, которые можно применять к различным типам изображений, является трудной и очень зависящей от приложений задачей. Есть ряд важных вопросов, которые должны быть решены для среды с распределенной базой данных (БД) изображений:

– размещение алгоритмов индексирования/ библиотек в географически разных узлах и управление новыми алгоритмами (или новыми версиями);

– политика индексирования: какие алгоритмы нужно применить и какие параметры должны быть адаптированы к различным изображениям;

– "отслеживаемость" индексов: важно иметь такую схему запросов, которая способна определять, какой алгоритм, какая его версия и какие параметры были использованы для вычисления набора индексов;

– в случае сложной обработки процесс может быть представлен цепочкой шагов: данные, полученные в результате выполнения некоторого алгоритма, могут служить входными данными для следующего шага.

Стратегия хранения медицинских данных может быть установлена только по отношению к определенному виду доступа к этим данным. С юридической точки зрения пациенты должны иметь полный доступ к чтению своих медицинских данных. Очевидно, врачи должны иметь доступ к данным их собственных пациентов, однако, любой врач не должен иметь доступа к данным любого пациента. Другие лица могут иметь ограниченные права доступа к данным пациентов. Например, исследователям может понадобиться доступ к основным данным без персональной идентификации пациента. Одним из возможных решений в подобных ситуациях может быть использование методов сокрытия информации (СИ) [2]. Поскольку в рассматриваемом практическом приложении информационную ценность имеют как изображения, так и погружаемая в него информация, известно, что наиболее приемлемыми являются методы цифровых водяных знаков (ЦВЗ) [3].

Оценка свойств систем с ЦВЗ различными авторами не отличается единством в подходе и используемых параметрах. Однако, представляется возможным сформулировать присущие технологии ЦВЗ свойства, которые обусловили их незаменимость во многих практических приложениях, а именно:

– ЦВЗ не заметны в отличие от ЦП, загромождающих кодов и не увеличивают объем ОПС;

– ЦВЗ не отделимы от основного сообщения, в которое они погружены специальным образом и не могут быть удалены в отличие от ЦП, заголовка и т.д.;

– ЦВЗ подвергаются тем же преобразованиям основного сообщения, что дает дополнительные возможности при стеганоанализе.

При основном предназначении для реализации процедур верификации ОПС дальнейшее структурирование проблемы построения системы с ЦВЗ возможно

только при конкретизации практического использования. Совершенно очевидно, что для верификации медицинских изображений речь может идти исключительно о таких системах, где необходимо не только детектировать погруженное ЦВЗ, но и обеспечить полное восстановление основного сообщения после обработки стегасигнала (системы с реверсивными ЦВЗ).

## Вывод

К основным результатам выполненного системного анализа и структуризации существующих подходов подтверждения целостности и аутентификации изображений можно отнести следующее:

– особенности технологий ЦВЗ обусловили их преимущество в частности в таком практическом применении, как хранение, обработка, передача медицинских изображений, формирование специализированных распределенных баз данных;

– анализ периодической литературы, раскрывающей непрерывный поиск практических методов построения систем с ЦВЗ, позволил выявить основные признаки для построения систем с ЦВЗ в рассматриваемом практическом приложении;

– была выявлена возможность одновременного решения таких задач, как подтверждение целостности изображения на основе технологии ЦВЗ и сокрытие некоторых конфиденциальных данных, сопутствующих конкретному изображению.

## Список литературы

1. Blobel B. *Advanced and secure architectural / B. Blobel. – Encyclopedia of Healthcare Information Systems (medical inf/ science reference). – New York, 2008. – 231 p.*

2. Маракова І.І. Технологія цифрових водяних меток з головними покриваючими повідомленнями в нагляді бінарних зображень / І.І. Маракова // *Правове, нормативне та метрологічне забезпечення систем захисту інформації в Україні*: – К.: НТУУ „КПІ”. – 2003. – Вип. 7. – С. 53-58.

3. Маракова І.І. Синтез и исследование методов верификации объектов электронного документооборота / И.И. Маракова, Л.А. Кузнецова, А.А. Сыропятов // *Захист інформації*. – 2008. – № 2. – С. 50-65.

Поступила в редколлегию 15.01.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.В. Скачков, Военная академия, Одесса.

## АНАЛІЗ ПРОБЛЕМАТИКИ ВИКОРИСТАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В ЦИФРОВОМУ ФОРМАТІ У МЕДИЧНІЙ ПРАКТИЦІ

Л.А. Кузнецова, М.О. Мельник, К.А. Катилова

*У статті представлений системний аналіз і структуризація існуючих підходів підтвердження цілісності і аутентифікації медичних зображень. Завдяки цьому були виявлені особливості технологій цифрових водяних знаків, обумовлено їх перевага зокрема в такому практичному застосуванні, як зберігання, обробка, передача медичних зображень, формування спеціалізованих розподілених баз даних.*

**Ключові слова:** інформація, медичні дані, медична інформація, електронна історія хвороби, медична інформаційна система, цифровий водяний знак.

## ANALYSIS PROBLEMS USING IMAGES IN A DIGITAL FORMAT IN MEDICAL PRACTICE

L.A. Kuznetsova, M.A. Melnyk, K.A. Katilova

*The article presents a systematic analysis and structuring of existing approaches confirm the integrity and authentication of medical images. Thanks to this technology have been identified especially digital watermarking, due to their advantage in particular in the practical application of such as storage, processing and transmission of medical images, the formation of specialized distributed database.*

**Keywords:** information, medical information, medical information, the electronic medical history, medical information system, a digital watermark.