

**КОМПЛЕКС ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОБРАБОТКИ, АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ РЕНТГЕНОВСКИХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ СРЕДСТВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ
(ПК «ДЕТЕКТОР НК»)**

Руководство системного программиста

Листов 11

2023

АННОТАЦИЯ

Документ «Руководство системного программиста» разработан в рамках выполнения работ по разработки комплекса программных средств, на основе искусственного интеллекта, для обработки, анализа и классификации рентгеновских изображений средств неразрушающего контроля (ПК «Детектор НК»).

Документ содержит описание технических средств хранения исходного текста и объектного кода программного обеспечения, а также технических средств компиляции исходного текста в объектный код программного обеспечения.

Программный комплекс предназначен для автоматической классификации объектов на рентгеновском изображении; автоматической классификации на одном изображении (выделение признаков объектов, разбиение изображения на однородные области, группы объектов, сегментация области); автоматического выделения характерных объектов изображения, признаков объектов, пространственных и логических отношений для генерации формализованных описаний изображения.

ПК «Детектор НК» выполняет следующие функции:

- Решение задачи автоматической классификации объектов на рентгеновском изображении, методом разбиения множества изображений на непересекающиеся подмножества.
- Решение задачи автоматической классификации на одном изображении (выделение признаков объектов, разбиение изображения на однородные области, группы объектов, сегментация области).
- Автоматическое выделение характерных объектов изображения, признаков объектов, пространственных и логических отношений для генерации формализованных описаний изображения.
- Поиск фрагмента изображения заданного вида на распознаваемом рентгеновском изображении.
- Автоматическая генерация формализованных описаний изображения и преобразование изображения к виду, удобному для распознавания.
- Поиск объекта на распознаваемом изображении, на который нужно обратить внимание, даже если его нет в эталонном изображении (задачи логической фильтрации в сочетании с самообучением, детерминированный набор классов).

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие сведения	4
1.1. Обозначение и наименование программы	4
1.2. Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы	4
2. Функциональное назначение	5
2.1. Классы решаемых задач ПК.....	5
3. Исходный текст и объектный код ПО	6
3.1. Устранение неисправностей ПО	6
3.2. Совершенствование программного обеспечения	7
4. Используемые технические средства	9
5. Вызов и загрузка	11
5.1. Способ вызова программы с соответствующего носителя данных	11
5.2. Установка программы	11
6. Входные данные	12
6.1. Характер, организация и предварительная подготовка входных данных.....	12
6.2. Формат, описание и способ кодирования входных данных	12
7. Выходные данные	13
7.1. Характер и организация выходных данных	13
7.2. Формат, описание и способ кодирования выходных данных	13

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Обозначение и наименование программы

Полное наименование программы комплекс программных средств, на основе искусственного интеллекта, для обработки, анализа и классификации рентгеновских изображений средств неразрушающего контроля.

Краткое наименование: ПК «ДЕТЕКТОР НК».

1.2. Программное обеспечение, необходимое для функционирования программы

Для функционирования, необходимо следующие ПО в актуальных версиях:

- OpenVPN — свободная реализация технологии виртуальной частной сети с открытым исходным кодом для создания зашифрованных каналов типа точка-точка или сервер-клиенты между компьютерами.
- Программное обеспечение для автоматизации развёртывания и управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации, контейнеризатор приложений - Docker.

2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ НАЗНАЧЕНИЕ

2.1. Классы решаемых задач ПК

ПК «ДЕТЕКТОР НК» обеспечивает:

- Решение задачи автоматической классификации объектов на рентгеновском изображении, методом разбиения множества изображений на непересекающиеся подмножества.
- Решение задачи автоматической классификации на одном изображении (выделение признаков объектов, разбиение изображения на однородные области, группы объектов, сегментация области).
- Автоматическое выделение характерных объектов изображения, признаков объектов, пространственных и логических отношений для генерации формализованных описаний изображения.
- Поиск фрагмента изображения заданного вида на распознаваемом рентгеновском изображении.
- Автоматическая генерация формализованных описаний изображения и преобразование изображения к виду, удобному для распознавания.
- Поиск объекта на распознаваемом изображении, на который нужно обратить внимание, даже если его нет в эталонном изображении (задачи логической фильтрации в сочетании с самообучением, детерминированный набор классов).

ПК «ДЕТЕКТОР НК» выполняет следующие функции:

- обработка, анализ и интерпретация данных рентгеновского (радиационного) контроля;
- обработка, анализ и интерпретация деятельности пользователя программно-аппаратного комплекса неразрушающего контроля;
- моделирование (в том числе прогнозирование) данных с последующим принятием решения относительно целостности, свойств, состава и геометрических характеристик объектов контроля;
- построение моделей систем поддержки принятия решений, функционирующих в условиях, динамически изменяющихся (по полноте и составу) данных средств неразрушающего контроля;
- автоматическое создание и оптимизация цепочек задач (пайплайнов) машинного обучения или отдельных их элементов под конкретные задачи интеллектуального анализа данных неразрушающего контроля;
- развертывания программного комплекса на базе клиент-серверной архитектуры с использованием тонкого WEB клиента для взаимодействия пользователя с системой.

Вид исполнения реализации: лицензия на программное обеспечение ПК «ДЕТЕКТОР НК» для локальной инсталляции на сервер, клиентские лицензии в виде подписки на облачный сервис по модели SaaS (программное обеспечение как услуга - Software as a Service).

3. ИСХОДНЫЙ ТЕКСТ И ОБЪЕКТНЫЙ КОД ПО

Описание технических средств хранения исходного текста и объектного кода программного обеспечения, а также технических средств компиляции исходного текста в объектный код программного обеспечения. Включает информацию о том, как хранятся файлы с исходным текстом и объектным кодом. Описываются форматы файлов, методы сжатия, алгоритмы шифрования и протоколы передачи данных. При описании технических средств компиляции исходного текста в объектный код ПО указываются используемые компиляторы и инструменты разработки, версии компиляторов, поддерживаемые языки программирования, наборы инструментов и библиотек. Указываются настройки компиляции по умолчанию, возможности их изменения.

Файлы с исходным текстом программного обеспечения хранятся на различных носителях информации, таких как жесткие диски, твердотельные накопители, оптические диски и облачные хранилища. Объектный код программного обеспечения хранится в виде файлов с расширением «.obj» или «.o», которые содержат машинный код и данные, необходимые для сборки программы. Эти файлы сгенерированы компилятором или сборщиком и сохранены на том же носителе информации, что и исходный текст, или на отдельном носителе, если это необходимо для оптимизации процесса компиляции.

Для улучшения качества кода, сокращения времени выпуска новых версий приложения и улучшения коммуникации между разработчиками используется технология CI/CD. Continuous Integration (CI) и Continuous Delivery (CD) - это процессы, которые используются в разработке программного обеспечения для обеспечения быстрого и надежного выпуска продуктов. CI - это процесс, при котором код разработчика интегрируется в основную ветвь репозитория проекта несколько раз в день. Это позволяет быстро обнаруживать и исправлять конфликты и ошибки в коде. CD - это процесс, который включает в себя автоматическую сборку, тестирование и развертывание приложения на production сервере. Это позволяет разработчикам выпускать новые версии приложения без необходимости ручного вмешательства.

Процесс контроля версий программного обеспечения (ПО) включает в себя несколько этапов:

- Регистрация изменений: Разработчик регистрирует изменения в коде, добавляя новые файлы или изменяя существующие.
- Комментирование изменений: Разработчик описывает изменения, которые были внесены в код.
- Проверка изменений: Система контроля версий проверяет, не конфликтуют ли новые изменения с уже существующими.
- Интеграция изменений: Если система контроля версий разрешает, то новые изменения интегрируются с основной веткой проекта.
- Публикация изменений: Разработчик публикует изменения на сервере, чтобы другие участники проекта могли их увидеть и использовать.
- Отслеживание изменений: Система контроля версий позволяет отслеживать историю изменений каждого файла и каждой строки кода.

3.1. Устранение неисправностей ПО

В службу управления эксплуатацией ПО приходят обращения пользователей, по средствам интерактивных форм приложения. Затем активируется процесс устранения неисправностей ПО, он включает следующие этапы:

- Идентификация проблемы: Пользователь или системный администратор обнаруживает и сообщает о проблеме.
- Анализ проблемы: Технический специалист проводит исследование, чтобы определить возможные причины проблемы и составить план ее решения.

– Устранение проблемы: Технический специалист выполняет необходимые исправления, обновления или изменения настроек для устранения проблемы.

– Проверка устранения проблемы: После выполнения всех необходимых исправлений, технический специалист проверяет, что проблема была успешно устранена.

– Отчет о результате: Технический специалист сообщает пользователю или системному администратору о том, что проблема была устранена.

Команда для решения задач по устранению неисправностей в программном обеспечении включает следующих специалистов:

– Менеджер проекта – отвечает за планирование, координацию и контроль выполнения задач по устранению проблем.

– Аналитик – проводит анализ проблем, определяет их причины и предлагает решения.

– Разработчик – выполняет работы по обновлению программного обеспечения, исправлению ошибок и улучшению функциональности.

– Тестирующий – проверяет работоспособность обновленного ПО и выявляет возможные проблемы.

– Специалист по технической поддержке – оказывает помощь пользователям в решении возникающих проблем.

Команда по устранению неполадок в программном обеспечении должна обладать следующими навыками и знаниями:

– Опыт работы с различными типами программного обеспечения и понимание принципов его работы.

– Знание языков программирования, используемых в проекте, и опыт работы с соответствующими инструментами разработки.

– Навыки тестирования и отладки программного обеспечения, а также умение находить и исправлять ошибки.

– Умение работать с технической документацией и знание стандартов качества программного обеспечения.

– Опыт управления проектами и навыки работы в команде, включая коммуникацию с другими членами команды и клиентами.

– Понимание принципов безопасности и умение применять соответствующие меры для защиты программного обеспечения от атак.

3.2. Совершенствование программного обеспечения

Непрерывное совершенствование программного обеспечения включает следующие этапы:

1) Определение требований: На этом этапе необходимо определить, какие функции или возможности необходимо добавить в ПО.

2) Анализ требований: Нужно проанализировать полученные требования, чтобы понять какие из них можно реализовать и как их можно интегрировать в существующее ПО.

3) Проектирование и разработка: Создаются новые или улучшаются существующие компоненты ПО в соответствии с определенными требованиями.

4) Тестирование: Разработанные компоненты тестируются, чтобы убедиться в их работоспособности и соответствии требованиям.

5) Внедрение: Новые или улучшенные компоненты интегрируются в существующее ПО и проводится обучение пользователей.

6) Мониторинг и поддержка: После внедрения ПО необходимо осуществлять мониторинг его работы и оказывать поддержку пользователям при возникновении проблем.

Ключевые эффекты, достигаемые совершенствованием ПО:

- 1) **Повышение производительности:** Совершенствование ПО может увеличить скорость работы системы, сократить время отклика на запросы пользователей и улучшить общую эффективность работы.
- 2) **Улучшение пользовательского опыта:** Улучшения в ПО могут сделать его более удобным и интуитивно понятным для пользователей, что может привести к увеличению удовлетворенности и снижению количества обращений в службу поддержки.
- 3) **Уменьшение количества ошибок:** Благодаря улучшению качества кода и процессов разработки, количество ошибок в ПО может быть уменьшено, что приведет к более стабильной и надежной работе системы.
- 4) **Расширение функциональности:** Совершенствование ПО может добавить новые функции и возможности, которые могут быть востребованы пользователями и повысить конкурентоспособность продукта на рынке.
- 5) **Снижение затрат на поддержку и обслуживание:** Улучшенное ПО может требовать меньше времени и ресурсов на поддержку и обновление, что в свою очередь может снизить общие затраты на эксплуатацию системы.

4. ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Для клиентской части программы определены следующие технические средства:

– ОС Windows

Версия ОС -Windows 11, Windows 10, Windows 8.1, Windows 8, Windows 7

Процессор -Intel Pentium 4 (и выше)

Оперативная память - Минимум 512 МБ

Свободное место на диске -Минимум 600 МБ

Доступ к сети Интернет, или в изолированной среде доступ к серверной части программы.

Сетевая карта не менее 10 Mb/s.

– ОС macOS

Версия ОС - macOS 10.13 (и выше)

Процессор - Intel, Apple M1 (на архитектуре ARM)

Оперативная память - Минимум 512 МБ

Свободное место на диске - Минимум 600 МБ

Доступ к сети Интернет, или в изолированной среде доступ к серверной части программы.

Сетевая карта не менее 10 Mb/s.

– ОС Linux

Версия ОС - 64-bit Ubuntu 14.04 (и выше), Debian 8 (и выше), openSUSE 13.3 (и выше) или Fedora Linux 24 (и выше)

Стандартные библиотеки - glibc 2.17 (и выше), NSS 3.22 (и выше), nss-util 3.12.3 (и выше), ALSA 0.9 (и выше)

Процессор - Intel Pentium 4 (и выше)

Оперативная память - Минимум 512 МБ

Свободное место на диске - Минимум 600 МБ

Доступ к сети Интернет, или в изолированной среде доступ к серверной части программы.

Сетевая карта не менее 10 Mb/s.

Для серверной части программы определены следующие технические средства:

– ОС Windows

Серверная часть WSL 2, 64-разрядная версия Windows 11: домашняя или Pro версии 21H2 или выше, корпоративная или образовательная версия 21H2 или выше.

64-разрядная версия Windows 10: Home или Pro 21H1 (сборка 19043) или выше, Enterprise или Education 20H2 (сборка 19042) или выше.

Для успешного запуска WSL 2 в Windows 10 или Windows 11 требуются следующие аппаратные требования:

64-разрядный процессор с трансляцией адресов второго уровня (SLAT)

4-ГБ системной оперативной памяти

Поддержка аппаратной виртуализации на уровне BIOS должна быть включена в настройках BIOS.

Серверная часть Hyper-V и контейнеры Windows, 64-разрядная версия Windows 11: Pro версии 21H2 или выше, или Enterprise или Education версии 21H2 или выше.

64-разрядная версия Windows 10: Pro 21H1 (сборка 19043) или выше, Enterprise или Education 20H2 (сборка 19042) или выше.

Функции Hyper-V и контейнеров Windows должны быть включены.

Для успешного запуска клиента Hyper-V в Windows 10 требуются следующие аппаратные требования:

64-разрядный процессор с трансляцией адресов второго уровня (SLAT)

4 ГБ системной оперативной памяти

Поддержка аппаратной виртуализации на уровне BIOS должна быть включена в настройках BIOS.

Моно-конфигурация:

Процессор 8 ядер (16 логических потоков), частота – 3,5 ГГц.

Оперативная память 64 ГБ и больше.

HDD для IIS и документов 256.

SSD для SQL 300 ГБ.

Требования к сети - стабильный канал связи от 10 Мб/сек.

Распределенная конфигурация:

Сервер приложений:

Процессор 4 ядра (8 логических потоков), частота – 3-3,5 ГГц.

Оперативная память 32 ГБ.

Свободное дисковое пространство 128 ГБ.

Пропускная способность сетевого интерфейса 1 Гбит/с

Сервер баз данных:

Тип накопителя SSD от 256 ГБ.

Процессор 4 ядра (8 логических потоков), частота – 3-3,5 ГГц.

Оперативная память 32 ГБ.

Свободное дисковое пространство 300 ГБ.

Пропускная способность сетевого интерфейса 1 Гбит/с

– ОС Linux (Ubuntu, Debian, Fedora, x86_64 / amd64)

Поддержка 64-разрядного ядра и центрального процессора для виртуализации.

Поддержка виртуализации KVM, должны быть включены модули ядра KVM.

QEMU должен быть версии 5.2 или новее, systemd инициализирует систему.

Среда рабочего стола Gnome, KDE или MATE.

Включите настройку сопоставления идентификаторов в пользовательских пространствах имен.

Сервер приложений:

Процессор 4 ядра (8 логических потоков), частота – 3-3,5 ГГц.

Оперативная память 32 ГБ.

Свободное дисковое пространство 128 ГБ.

Пропускная способность сетевого интерфейса 1 Гбит/с

Сервер баз данных:

Тип накопителя SSD от 256 ГБ.

Процессор 4 ядра (8 логических потоков), частота – 3-3,5 ГГц.

Оперативная память 32 ГБ.

Свободное дисковое пространство 300 ГБ.

Пропускная способность сетевого интерфейса 1 Гбит/с.

5. ВЫЗОВ И ЗАГРУЗКА

5.1. Способ вызова программы с соответствующего носителя данных

Для вызова программы необходимо воспользоваться тонким клиентом (браузером) для перехода на стартовую веб-страницу.

5.2. Установка программы

Установка (развертывание) платформы ПК «Детектор НК» включает установку программного обеспечения серверной части ПК для работы с готовыми моделями нейронных сетей.

Для установки ПК «Детектор НК» необходимо следовать инструкциям Руководства системного программиста.

Требования к необходимому лицензионному программному обеспечению для автономной эксплуатации представлены ниже:

- Простая (неисключительная) лицензия на право использования программы для ЭВМ ПК «Детектор НК»;
- ОС CH Astra Linux Special Edition Релиз "Смоленск";
- Реляционная система управления базами данных Postgres Pro;
- Простая (неисключительная) лицензия на право использования программы для ЭВМ «Программное обеспечение Factor-ESB».

Требования к необходимому лицензионному программному обеспечению для SaaS эксплуатации представлены ниже:

- Простая (неисключительная) клиентская лицензия на право использования программы для ЭВМ ПК «Детектор НК»;

6. ВХОДНЫЕ ДАННЫЕ

6.1. Характер, организация и предварительная подготовка входных данных

Входными воздействиями для программного комплекса ПК «Детектор НК» являются:

1. Данные рентгеновского (радиационного) контроля в виде рентгеноскопических изображений, в форматах IMG, UFF 2.0, размер изображения до 16,9 мегапикселей.
2. Данные рентгеновского (радиационного) контроля в мультэнергетическом режиме в виде рентгеноскопических изображений с учетом атомарных весов, в форматах IMG, UFF 2.0, размер изображения до 16,9 мегапикселей.
3. Сигналы человеко-машинного взаимодействия пользователя и программно-аппаратного комплекса неразрушающего контроля.

6.2. Формат, описание и способ кодирования входных данных

ПК «Детектор НК» поддерживает работу с входными данными формата JSON.

Входными данными ПК «Детектор НК» являются:

- данные рентгеновского (радиационного) контроля в виде рентгеноскопических изображений, в форматах IMG, UFF 2.0, размер изображения до 16,9 мегапикселей;
- данные рентгеновского (радиационного) контроля в мультэнергетическом режиме в виде рентгеноскопических изображений с учетом атомарных весов, в форматах IMG, UFF 2.0, размер изображения до 16,9 мегапикселей;
- сигналы человеко-машинного взаимодействия пользователя и программно-аппаратного комплекса неразрушающего контроля.

7. ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

7.1. Характер и организация выходных данных

Выходными воздействиями для программного комплекса ПК «Детектор НК» являются:

1. Информационные данные о целостности объектов контроля в задачах дефектоскопии.
2. Данные о свойствах, составе объектов контроля полученных в мультэнергетическом режиме работы средств неразрушающего контроля.
3. Данные о геометрических характеристиках объектов контроля.
4. Маркировка объекта, отнесённого к источникам опасности или соответствующего заданным критериям оповещения.
5. Вывод текстовых данных, содержащих решение по отнесению объектов контроля к объектам повышенного внимания или к источникам опасности.

7.2. Формат, описание и способ кодирования выходных данных

Выходными данными ПК «Детектор НК» являются файлы формата JSON.

Выходные данные ПК «Детектор НК» включают:

- информационные данные о целостности объектов контроля в задачах дефектоскопии.
- данные о свойствах, составе объектов контроля полученных в мультэнергетическом режиме работы средств неразрушающего контроля.
- данные о геометрических характеристиках объектов контроля.
- маркировку объекта, отнесённого к источникам опасности или соответствующего заданным критериям оповещения.
- текстовые данные, содержащие решение по отнесению объектов контроля к объектам повышенного внимания или к источникам опасности.