



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение

высшего образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(УлГТУ)

Северный Венец ул., д.32,
г. Ульяновск, 432027, Россия
Тел.: (8422) 43-06-43; факс (8422) 43-02-37
e-mail: rector@ulstu.ru <http://www.ulstu.ru>
ОКПО 02069378, ОГРН 1027301160226
ИНН/КПП 7325000052/732501001

На 04.12.2023 № 1723/17.03
от _____

Председателю совета по защите диссертаций
на соискание ученой степени кандидата наук,
на соискание ученой степени доктора наук
24.2.327.03 на базе федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет)» д.т.н., проф.
Мальшеву Вениамину Васильевичу

Волоколамское шоссе, д. 4, г. Москва, 125993

Уважаемый Вениамин Васильевич!

Направляем Вам отзыв официального оппонента заведующего кафедрой «Измерительно-вычислительные комплексы», д.т.н., доцента Киселева Сергея Константиновича на диссертацию Дяченко Сергея Александровича «Разработка комплекса автоматизации верификации человеко-машинного интерфейса системы электронной индикации гражданских самолетов в части текстовой информации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки).

Проректор по НР

А.Б. Климовский

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«5» 12 2023.

Отзыв

официального оппонента доктора технических наук, доцента Киселева Сергея Константиновича на диссертацию Дяченко Сергея Александровича «Разработка комплекса автоматизации верификации человеко-машинного интерфейса системы электронной индикации гражданских самолетов в части текстовой информации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

1. Актуальность работы

Системы электронной индикации (СЭИ) являются частью бортовых систем управления (БСУ) летательных аппаратов (ЛА). СЭИ являются аппаратно-программными комплексами высокой степени интеграции. Надежность отдельных элементов СЭИ (аппаратных и программных) и всей системы в целом определяет безопасность пилотирования ЛА. Проблема повышения надежности, сокращения длительности простоев бортового оборудования, быстрого определения состояния, поиска места отказов и их быстрого устранения важна для всех БСУ, в том числе и для СЭИ. Она решается путем введения в эксплуатацию специальных методов и средств контроля, диагностики и верификации. Предприятия авиационной промышленности, занимающиеся выпуском СЭИ, должны обеспечивать проектирование, выпуск и отладку новых СЭИ, а также сопровождение широкого ряда СЭИ, разработанных ранее. К процессу контроля, диагностики и верификации СЭИ предъявляются требования по автоматизации, универсализации и возможности последующей модификации.

В процессе разработки СЭИ БСУ наиболее ответственными являются этапы, связанные с реализацией подготовки, обработки и отображения информации. Функционирование СЭИ БСУ при отображении полетной информации является комплексным процессом, в котором задействовано большое количество ресурсов СЭИ, как аппаратных, так и программных. Следовательно, верификация интерфейса системы электронной индикации ЛА является процессом, результаты которого должны повысить надежность функционирования СЭИ БСУ на борту в процессе эксплуатации, обеспечить более безопасное пилотирование летательного аппарата.

Процедура контроля и верификации бортовых систем индикации в настоящее время осуществляется, в основном, путем визуального сравнения оператором информационного кадра, отображаемого на экране индикатора, с эталонным изображением. Учитывая насыщенность и сложность кадров

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«5» 12 2023г.

полетной информации очевидны недостатки такого контроля: большая нагрузка на оператора; часто отсутствие возможности объективно запротоколировать и сохранить результаты контроля и верификации, его длительность.

Для повышения достоверности результатов контроля и верификации условия работы СЭИ при их реализации необходимо приблизить к условиям работы системы на борту летательного аппарата. Следовательно, имитация работы бортовых систем контура БСУ, передающих информацию СЭИ для отображения на индикаторах, должна быть максимально идентична работе реальных бортовых систем. В частности, необходима подготовка тестовых примеров, содержащих весь набор информации в процессе полета при проведении стендовых испытаний при разработке СЭИ. Необходима также автоматизация средств обработки и анализа изображений, формируемых СЭИ в ходе контроля для исключения визуального сопоставления оператором информационного кадра, отображаемого на экране индикатора, с априорно известным эталонным изображением.

Для повышения надежности СЭИ необходима разработка специальных средств, позволяющих автоматизировать оперативный контроль и верификацию отображаемой на многофункциональных индикаторах информации.

Поэтому тема представленной Дяченко Сергеем Александровичем диссертационной работы актуальна.

2. Структура и содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх основных разделов, заключения, списка литературы из 57 наименований, списка сокращений и условных обозначений, которые в общей сложности занимают 120 страниц, включая 50 рисунков, 12 таблиц, 19 формул.

Во введении рассмотрена актуальность работы, указаны основные направления исследований в данной области, сформулированы цель и задачи работы, выносимые на защиту положения, их новизна, теоретическая и практическая значимость, сведения об апробации, публикациях и использовании результатов диссертации.

В первой главе работы автор проводит обзор СЭИ ЛА и анализ указаний нормативной документации в части формирования отображаемой информации. На основе нормативных документов, в частности основного руководства в данной области Р-25-11А по проектированию СЭИ, определяются общие характеристики индикаторов, требования к представлению графических и текстовых данных и используемых для этого

средств отображения. Также выполнен анализ средств автоматизации, для различных методов верификации, предусмотренных руководством Р-4754А. На основании проведенного анализа автора работы уточняет предмет исследования – комплекс автоматизации верификации текстовой информации ЧМИ СЭИ и ставит задачу разработки комплекса автоматизации верификации текстовой информации ЧМИ СЭИ с указанием параметров, верификацию которых необходимо проводить – содержания текста, его цвета, размера шрифта и расположения.

Вторая глава работы посвящена разработке архитектуры комплекса автоматизации верификации человеко-машинного интерфейса. Определены его функции, установлены ограничения и допущения, которые следуют из принципов проектирования ЧМИ СЭИ современных гражданских самолётов. Показано, на каких уровнях необходимо проводить тестирование ЧМИ (MIL, SolL, SyLL).

Так же в главе проведен анализ методов распознавания текста на изображениях, которые могут быть применены при разработке средства верификации текстовых сообщений ЧМИ СЭИ ЛА, выбрано решение, которое является базой для дальнейшей разработки алгоритмического и программного обеспечения системы.

Третья глава диссертации посвящена разработке алгоритмического и программного обеспечения комплекса автоматизации верификации текстовой информации ЧМИ СЭИ.

Подробно рассмотрены методы, математические модели и алгоритмы для калибровки камеры, выделения зоны с текстом на фотографии формата индикации, разбиения области распознавания на строки, определения верифицируемых параметров для каждой их них. Описаны алгоритмы проверки условий перед началом тестирования, обучения OCR системы, формирования отчёта об испытаниях. Подробно описаны все этапы обработки изображений при проведении верификации. Представлена структура разработанного ПО.

Четвертая глава диссертации содержит результаты тестирования работы комплекса на примере текстовых сообщений предупреждения экипажа, индицируемых СЭИ гражданского самолёта МС-21 по результатам которых проведена оценка эффективности комплекса автоматизации верификации текстовой информации ЧМИ СЭ. Установлено, что предъявленные требования к точности определения верифицируемых параметров и длительности тестирования выполнены. Показано, что неудачные распознавания текста являются, в основном, ошибками второго рода, что определяет необходимость обязательного контроля результатов

процесса оператором. В целом показано, что полученные результаты подтвердили работоспособность и адекватность предложенного комплекса для решения поставленной задачи.

К числу наиболее значимых научных результатов, полученных соискателем, следует отнести:

- программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий автоматизацию верификации текстовой информации ЧМИ СЭИ с заданными показателями качества;

- реализацию в рамках созданного программно-аппаратного комплекса автоматизации верификации текстовой информации ЧМИ СЭИ алгоритмического обеспечения, реализующего калибровку камеры, выделение зоны с текстом на фотографии формата индикации и разбиение её на строки, определение верифицируемых параметров для каждой из них, проверку начальных условий, обучение нейронной сети и формирование отчёта об испытаниях;

- базу данных тестовых примеров отображаемых текстовых сообщений для МФИ СЭИ конкретного типа гражданского воздушного судна;

- результаты стендовых испытаний комплекса, подтвердивших необходимую для проведения верификации достоверность распознавания (надписей на уровне 98,1% для текста, 99,5% для цвета, 98,8% для размера шрифта, 97,6% для расположения).

3. Теоретическая значимость диссертационной работы Дяченко Сергея Александровича заключается в том, что разработанное алгоритмическое обеспечение программно-аппаратного комплекса автоматизации верификации текстовой информации ЧМИ СЭИ, включающее численные и аналитические методы, алгоритмы исследования математических моделей и реализованное в виде совокупности проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительных экспериментов универсально, что позволяет адаптировать его для решения задач автоматизации верификации любых технических систем ЧМИ.

4. Практическая значимость работы

Применение результатов диссертационной работы Дяченко Сергея Александровича позволяет повысить надёжность СЭИ за счёт снижения влияния человеческого фактора при верификации ЧМИ. Полученные технические решения применены при тестировании текстовых сообщений предупреждения экипажа, индицируемых СЭИ МС-21. Подтверждена их работоспособность и эффективность.

5. Достоверность полученных в диссертационной работе результатов обеспечивается использованием корректного математического аппарата и экспериментальной проверкой алгоритмического и программного обеспечений.

Автор работы показал умение ставить и решать задачи, анализировать полученные результаты и грамотно формулировать выводы.

6. Оформление материалов диссертации

Диссертация написана квалифицированно, литературно-техническим языком, снабжена достаточным количеством иллюстративного материала.

7. Замечания по диссертации

1. Одним из положений, выносимых на защиту, является методика проведения испытаний МФИ с использованием разработанного программно-аппаратного комплекса автоматизации верификации текстовой информации ЧМИ СЭИ, но в тексте диссертации данная методика никак (кроме краткого перечисления основных этапов в 2.2.1) не формализована и не представлена.

2. В соответствии с приведенной на рисунке 7 Архитектурой комплекса автоматизации верификации текстовой информации ЧМИ СЭИ видеокамера не управляется средствами АРМ комплекса и в процессе испытаний идет непрерывная видеозапись информации, отображаемой на МФИ. Как проводится разделение видеозаписи на кадры, которые содержат необходимые для анализа изображения? Работают ли имитационная среда и устройства ввода / вывода TechSAT ADS в жестком реальном времени?

3. В работе проведено исследование и разработаны алгоритмические средства снижения влияния на качество распознавания оптических характеристик камеры и ее пространственного положения, но нет информации о необходимой кадровой частоте съемки видеокамеры, о том как она должна соотноситься с частотой обновления информации и частотой смены кадров на ЖКИ МФИ.

4. В качестве ограничений верифицируемого ЧМИ для разрабатываемых средств указано выполнение надписей на английском языке заглавными буквами (таблица 7). Чем обосновано данное ограничение?

5. Разработанное алгоритмическое и программное обеспечение комплекса автоматизации верификации текстовой информации ЧМИ СЭИ основано на использовании свободно распространяемой библиотеки распознавания текстов Tesseract OCR. Известно, что Tesseract использует двухэтапный подход, когда в ходе первого прохода распознаются символы, а во втором проходе нераспознанные символы заменяются теми, которые

соответствуют данному слову или контексту предложения. Используется ли в разработанных средствах второй проход? Какие у него будут ограничения исходя из задачи верификации ?

6. В п. 3.1.2.2 приведена формула (8) перевода цветного изображения в градации серого цвета с фиксированными коэффициентами красной, зеленой и синей составляющих. Обычно эти коэффициенты определяются по диапазону и гистограмме распределения яркости каждой цветовой составляющей конкретного изображения. Почему в данном случае они взяты постоянными?

Указанные замечания не снижают общей ценности диссертационной работы и не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации. Замечания носят рекомендательный характер и могут быть частично учтены автором при подготовке доклада, представляемого к защите.

Автор работы показал умение ставить и решать задачи, анализировать полученные результаты и грамотно формулировать выводы.

Работа выполнена на достаточно высоком научно-техническом уровне, является законченной научно-исследовательской работой и может быть квалифицирована, как совокупность научно обоснованных технических и технологических решений, внедрение которых, вносит значительный вклад в развитие верификации человеко-машинных интерфейсов и в случае применения к системе электронной индикации гражданских самолетов позволяют снизить число ошибок индикации и повысить безопасность полетов.

В автореферате правильно отражено содержание диссертации, в лаконичной форме изложены основные результаты исследования и выводы по работе, представлены корректные авторские оценки научной новизны и практической значимости результатов.

8. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней.

На основе анализа диссертации Дяченко Сергея Александровича «Разработка комплекса автоматизации верификации человеко-машинного интерфейса системы электронной индикации гражданских самолетов в части текстовой информации» сделаны следующие выводы.

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача повешения надёжности СЭИ гражданских самолётов за счёт автоматизации процесса верификации ЧМИ в части текстовой информации

Тема и результаты исследования соответствуют пунктам 3, 8 раздела «Направления исследований» паспорта специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

Диссертация является завершенной научной работой, обладающей внутренним единством, содержит новые научные результаты, нашедшие практическое использование. Полученные соискателем результаты и технические решения строго аргументированы и оценены в сравнении с известными аналогами.

Диссертация полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук: п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 26.10.2023) "О порядке присуждения ученых степеней", а Дяченко Сергей Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по заявленной специальности.

Официальный оппонент:

Заведующий кафедрой «Измерительно-вычислительные комплексы» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» доктор технических наук, доцент



С.К. Киселев

«04» декабря 2023 г.

Подпись Киселева С.К. заверяю.

Личную подпись Киселева С.К. заверяю
Начальник управления кадрового обеспечения
Маслов Александр



Сведения об оппоненте:

Киселев Сергей Константинович, доктор технических наук по специальности 05.11.01 Приборы и методы измерений (электрические измерения), доцент, заведующий кафедрой «Измерительно-вычислительные комплексы» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет».

432027, Ульяновская область, г. Ульяновск, улица Северный Венец, дом 32, тел. 8 (8422) 43-02-37

С отзывом ознакомлен

05.12.2023

