

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.42

Куницкий
Юрий Олегович

Программный модуль биометрической верификации

АВТОРЕФЕРАТ
на соискание степени магистра
по специальности 1-98 80 01 «Информационная безопасность»

Научный руководитель
Зельманский Олег Борисович
кандидат технических наук,
доцент

Минск 2022

Библиотека БГУИР

Нормоконтроль

ВВЕДЕНИЕ

Целью магистерской диссертации была разработка программного модуля биометрической верификации пользователя по голосу.

Широкое применение биометрических систем влечет за собой повышенный интерес со стороны злоумышленников, направленный на разработку атак по их взлому. В связи с этим, разработка новых методов и алгоритмов верификации, основанных на предъявлении случайно сформированных ключевых признаков из биометрической базы эталонов пользователей является перспективным направлением в обеспечении безопасности инфраструктуры информационных ресурсов. К подобному методу биометрической верификации пользователей информационных систем относится верификация по голосу, позволяющая получать и передавать в удостоверяющий центр биометрические данные без применения специализированных и дорогостоящих считывателей биометрической информации: достаточно иметь телефон или микрофон, подключенный к компьютеру. Однако, не смотря на все преимущество такого подхода, необходимо уделить особое внимание проблеме вариативности речи.

Наиболее часто применяемой является атака, суть которой заключается в том, что в систему передаются биометрические признаки, предъявленные ранее, например, силиконовый муляж пальца или магнитофонная запись парольной фразы. Таким образом, разработку систем биометрической верификации необходимо вести с учетом защиты от этих атак.

Свести к минимуму недостатки указанных выше методов биометрической верификации пользователей позволит разработка новых методов и алгоритмов верификации, основанных на предъявлении случайно сформированных ключевых признаков из биометрической базы эталонов пользователей.

Работа выполнена самостоятельно. Пройдена проверка на плагиат.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Цели и задачи исследования

Целью магистерской диссертации была разработка программного модуля биометрической верификации пользователя по голосу.

В соответствии с поставленной целью, в работе сформулированы и решены следующие основные задачи:

- проведен сравнительный анализ методов и систем верификации диктора по голосу;
- обоснован выбор отличительных признаков речи, которые могут быть положены в основу системы верификации;
- разработана структурная схема программного средства верификации диктора по голосу;
- предложено программное средство биометрической верификации.

Положения, выносимые на защиту

- разработанный программный модуль верификации диктора по голосу;
- результаты тестирования разработанного программного модуля.

Связь с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики

Тема диссертационной работы соответствует:

- п. 3.8 «Обеспечение цифрового доверия, защита информационных ресурсов и информационно-коммуникационной инфраструктуры» Стратегии развития информатизации в Республике Беларусь на 2016 – 2022 годы утвержденной на заседании Президиума Совета Министров от 03.11.2015 №26.

В диссертации поставлена и разрешена актуальная задача биометрической верификации пользователя по голосу.

Личный вклад соискателя

Содержание диссертационной работы отражает личный вклад автора. Он заключается в научном обосновании эффективности работы разработанного программного продукта. Основные научные и практические результаты работы, а также положения, выносимые на защиту, получены лично автором.

Апробация результатов диссертации

Основные положения и результаты, изложенные в диссертационной работе, докладывались и обсуждались на 57-ой, 58-ой научных конференциях аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники» (2021, 2022 гг.), XIX, XX Белорусско-российских научно – технических конференциях

«Технические средства защиты информации» (2021, 2022 гг.), XVIII международной научно-практической конференции «Управление информационными ресурсами» (2022 г.).

Опубликованность результатов диссертации

По результатам исследований, представленных в диссертации, опубликовано 5 печатных работ в сборниках материалов научных конференций.

Структура и объём диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, основной части из трёх разделов, заключения, списка использованных источников, списка собственных публикаций, одного приложения. Полный объём диссертационной работы составляет 58 страниц, включая 32 иллюстраций, список использованных источников из 11 наименований, список собственных источников из 5 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит краткое описание работы и обоснование необходимости разработки программного модуля.

В первом разделе представлен анализ методов и систем верификации по голосу. Рассмотрены методы обнаружения речи в сигнале, в том числе представлены шесть информационных параметров, используемых для обнаружения речи в сигнале. Рассмотрены различительные признаки речи. Представлено сравнение диапазона человеческого голоса с частотным диапазоном музыкальных инструментов. Затронуты вопросы речеобразования. Рассмотрен вопрос принятия решения об индивидуальности говорящего.

Во втором разделе в рамках системного проектирования описана структурная схема программного модуля. Представлены основные функциональные блоки модуля. Описаны режимы работы модуля - режим "регистрации диктора" и режим "идентификации диктора". Рассмотрена пакетная природа программного модуля - возможность использования модуля верификации диктора в качестве подключаемого пакета в составе других приложений. В рамках функционального проектирования описан принцип работы каждого из блоков программного модуля. Рассмотрен блок предварительной обработки сигнала, в рамках которого происходят -

шумоподавление, нормализация звука и устранение тихих областей. Рассмотрен блок выделения характерных признаков, в котором происходит вычисление вектора мел-частотных кепстральных коэффициентов. Затронут вопрос распознавания диктора. Рассмотрен метод динамического искажения времени применительно к задаче выяснения степени подобия векторов признаков образца голоса. Рассмотрена возможность применения нейронных сетей для формирования модели диктора на основании векторов признаков.

В третьем разделе представлены результаты разработки программного модуля. Описан выбранный язык программирования (python) и используемые сторонние библиотеки (librosa, numPy, sciPy, matplotlib). Описана разработка блоков программного модуля на выбранном языке программирования. Рассмотрена реализация блока выделения характерных признаков (МЧКК). Описан блок создания модели диктора. Рассмотрена реализация блока идентификации. С целью тестирования модуля было разработано веб-приложение с использованием фреймворка Flask к которому в качестве подключаемого модуля был подключен разработанный модуль верификации диктора.

В заключении указаны результаты разработки программного модуля верификации диктора. Перечислены использованные в процессе разработки модуля библиотеки и технологии. Представлено краткое описание процесса тестирования программного модуля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнена разработка структурной схемы модуля биометрической верификации, которая включает в себя следующие блоки: блок подготовки аудиоданных, блок вычисления уникальных признаков, блок хранения уникальных признаков, блок аутентификации пользователя.

Принято решение – разделить задачу аутентификации пользователя на два этапа, соответствующих классическому текстовому вводу логина (идентификация пользователя) и пароля (верификация пользователя), с целью избежать необходимости эмпирического поиска баланса между возможностью возникновения ошибок первого и второго рода, понижая при этом коэффициент когнитивного сопротивления конечного пользователя.

В процессе подготовки аудиоданных к записанным заранее файлам была применена нормализация по среднеквадратичному значению уровня звука в файле. Для устранения высокочастотного шума применён метод билатеральной фильтрации. Отфильтрованный сигнал подвергается устранению областей, не

содержащих полезный сигнал. Звуковой сигнал разбивается на кадры. Далее все вычисления производятся с каждым кадром в отдельности.

В рамках задачи вычисления уникальных признаков происходит преобразование сигнала в его частотную характеристику при помощи быстрого преобразования Фурье. Из частотной характеристики сигнала с помощью дискретного косинусного преобразования извлекается вектор мел-кепстральных коэффициентов, который, впоследствии, сравнивается с базой эталонных записей дикторов методом динамического искажения времени.

СПИСОК СОБСТВЕННЫХ ПУБЛИКАЦИЙ

1-А. Куницкий, Ю.О. Программный модуль биометрической верификации / Ю.О. Куницкий // 57-я науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»: тез. докл. науч. конф., Минск, 19-23 апреля 2021 г. / БГУИР. – Минск, 2021. – С. 18-19.

2-А. Куницкий, Ю.О. Верификация диктора по голосу на базе метода динамического искажения времени / Ю.О. Куницкий, О.Б. Зельманский // Технические средства защиты информации: материалы XIX Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 8 июня 2021 г. / БГУИР; редкол.: Т.В. Борботько [и др.]. – Минск, 2021. – С. 59.

3-А. Куницкий, Ю.О. Программный модуль биометрической верификации / Ю.О. Куницкий, О.Б. Зельманский // Управление информационными ресурсами: материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 10 марта 2022 г.; Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Минск: Академия управления при Президенте Республики Беларусь, 2022. – С. 248-251.

4-А. Куницкий, Ю.О. Программное средство распознавания диктора по речи / Ю.О. Куницкий, Н.С. Лунь, В.С. Зайковский // 58-я науч. конф. аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»: тез. докл. науч. конф., Минск, 18-22 апреля 2022 г. / БГУИР. – Минск, 2022. – С. 45-46.

5-А. Kunitsky, U.O. Software tool for speaker recognition / U.O. Kunitsky, N.S. Lun, V.S. Zaikovsky // Технические средства защиты информации: материалы XX Белорус.-российск. науч.-техн. конф., Минск, 7 июня 2022 г. / БГУИР; редкол.: Т.В. Борботько [и др.]. – Минск, 2022. – С. 10.