

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра дискретной математики и информационных технологий

**УПРАВЛЕНИЕ КОМПЬЮТЕРОМ С ПОМОЩЬЮ ЖЕСТОВ
ПОСРЕДСТВОМ ТЕРМЕНВОКСА**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы
направления 09.03.01 — Информатика и вычислительная техника
факультета КНиИТ
Дерябина Андрея Алексеевича

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент

В. В. Кирьяшкин

Заведующий кафедрой

к.ф.-м.н., профессор

Л. Б. Тяпаев

Саратов 2024

ВВЕДЕНИЕ

Цель данной работы – разработка приложения, использующего бесконтактный ввод данных для управления компьютером. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Исследовать существующие реализации взаимодействия человека с компьютером посредством бесконтактного ввода.
2. Реализовать приложение на платформе Windows Forms с использованием языка программирования C#, обеспечивающее взаимодействие человека с компьютером путём жестового ввода.
3. Создать логику сравнения последовательностей и аутентификации по ним.

Актуальность данной работы обусловлена повсеместным применением системы человек-компьютер в самых различных сферах, от развлекательной индустрии до медицины. Обеспечение таких систем удобным и эффективным методом ввода данных позволит значительно расширить их функциональные возможности и сделать взаимодействие с ними более естественным и доступным.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе проводится подробный обзор различных методов жестового ввода, которые предлагают подходы взаимодействия человека с компьютером и различными устройствами. Эти технологии позволяют пользователю управлять системами с помощью жестов, что открывает новые возможности для естественного взаимодействия. В данной главе подробно обсуждаются следующие решения: система Leap Motion, перчатка GloveOne, использование походки в качестве жеста, а также наручный браслет Myo.

GloveOne представляет собой перчатку, которая позволяет пользователям взаимодействовать с компьютером посредством тактильных ощущений. Эта технология обеспечивает высокую точность захвата движений руки и пальцев, что делает ее подходящей для различных медицинских симуляций и виртуальных тренировок. GloveOne оснащена сенсорами, которые отслеживают положение и движение каждого пальца, а также передают тактильные ощущения пользователю.

Другим подходом к жестовому вводу является использование походки человека в качестве жеста. Эта технология основана на анализе уникальных характеристик походки каждого человека, которые могут использоваться для идентификации. Походка, как биометрическая характеристика, имеет свои уникальные особенности, которые трудно подделать. Системы, использующие этот метод, обычно оснащены сенсорами движения или камерами, которые фиксируют движения пользователя и анализируют их с помощью алгоритмов машинного зрения. Однако данный метод может быть менее точным в условиях, когда движения пользователя ограничены.

Наручный браслет Myo, является еще одним значимым решением в области жестового ввода. Этот браслет использует электромиографию для считывания электрической активности мышц предплечья, что позволяет отслеживать жесты и движения руки. Этот браслет можно использовать для управления компьютерами, дронами, презентациями и многими другими устройствами. Кроме того, благодаря использованию электромиографии, браслет способен точно распознавать жесты даже до движения руки. Однако эффективность работы браслета может снижаться в условиях интенсивной физической активности или при наличии помех в передаче сигналов.

Технологии жестового ввода продолжают развиваться, предлагая новые

методы и подходы для создания более естественного взаимодействия, что открывает широкие перспективы для их применения в различных областях.

Во второй главе работы рассматриваются различные методы одного из применений средств бесконтактного ввода – идентификации пользователей.

Биометрические методы основаны на использовании уникальных физиологических или поведенческих характеристик человека для его идентификации. Преимущество биометрических методов заключается в их высокой точности и сложности подделки.

Парольные методы являются одними из самых распространенных и традиционных способов идентификации пользователей. Они основаны на использовании комбинации символов, которую знает только пользователь. Парольные методы имеют недостатки: пользователи зачастую выбирают слабые пароли или используют одни и те же пароли для разных систем.

Методы с применением цифровой подписи обеспечивают высокий уровень безопасности за счет использования криптографических технологий. Цифровая подпись представляет собой уникальный криптографический ключ, который подтверждает подлинность данных. Принцип работы цифровой подписи основан на использовании пары ключей: закрытый ключ хранится у пользователя и используется для создания подписи, а открытый ключ доступен всем и используется для проверки подписи.

Методы аутентификации с использованием токенов подразумевают применение специальных устройств, которые генерируют одноразовые коды доступа. Эти токены могут быть аппаратными (ключи безопасности) или программными (приложения для смартфонов). Этот метод обеспечивает высокий уровень безопасности, так как для успешной атаки злоумышленнику необходимо не только знать пароль, но и иметь доступ к токену.

В третьей главе дипломной работы рассматривается понятие терменвокса в качестве устройства ввода. Это устройство уникально тем, что оно позволяет управлять звуком без физического контакта с инструментом, используя движение рук в электромагнитных полях.

Терменвокс состоит из двух основных антенн: вертикальной, которая контролирует высоту звука (частоту), и горизонтальной, регулирующей громкость (амплитуду) звука. Этот принцип работы позволяет создавать плавные и непрерывные изменения звука, что делает терменвокс подходящим средством пере-

дачи информации, на принципах которого и будет реализован жестовый ввод в разрабатываемом приложении.

В своем первоначальном виде терменвокс использовал аналоговые схемы, основанные на генераторах частоты и амплитуды, что обеспечивало ему характерный тембр и широкие возможности для манипуляции звуком.

Технологическое устройство терменвокса также стало предметом интереса для исследователей и инженеров в области электроники и радиотехники. Кроме того, концепция управления звуком без физического контакта нашла применение в современных интерфейсах управления, таких как сенсорные экраны и системы управления жестами.

В четвертой главе дипломной работы рассматриваются различные методы сравнения сигналов, которые играют важную роль в таких областях, как обработка звука, распознавание речи и другие смежные с жестовым вводом области.

Первым обсуждаемым методом является побайтовое сравнение звуковых сигналов. Он заключается в последовательном сравнении каждого байта одного звукового файла с соответствующим байтом другого файла. Хотя побайтовое сравнение является простым и интуитивно понятным, его применение ограничено из-за высокой чувствительности к незначительным изменениям в сигнале.

Далее в главе рассматривается метод мел-кепстральных коэффициентов (MFCC). Процесс вычисления MFCC состоит из: применения преобразования Фурье к исходному сигналу для получения его спектра, затем спектр разбивается на частотные полосы по мел-шкале, что соответствует нелинейному восприятию частот человеческим ухом. После этого на каждой полосе вычисляется логарифм мощности, и затем применяется обратное дискретное косинусное преобразование для получения набора коэффициентов.

Следующим методом, рассматриваемым в главе, является преобразование Фурье и быстрое преобразование Фурье (БПФ). Преобразование Фурье является фундаментальным инструментом в анализе сигналов, позволяющим перейти от временного представления сигнала к его частотному представлению.

В пятой главе дипломной работы рассматривается реализация системы взаимодействия, включающая логику работы системы, программную реализацию жестового ввода, основанную на принципах терменвокса, создание приложения и логику сравнения введённой последовательности с эталонной. Вся система была разработана на языке C# с использованием Windows Forms, что

обеспечило гибкость и удобство разработки пользовательского интерфейса.

Логика работы системы построена на сравнении последовательностей и временных промежутков, генерируемых перемещением из одного сегмента маршрута в другой. Основная цель заключается в создании удобного и интуитивно понятного интерфейса, позволяющего пользователю взаимодействовать с программным устройством.

Программная реализация жестового ввода была осуществлена полностью в программном обеспечении с использованием возможностей C# для работы с последовательностями. Терменвокс, как электронный музыкальный инструмент, генерирует звуки в зависимости от параметров, заданных пользователем через интерфейс, а именно в зависимости от положения курсора на форме. В программе реализованы алгоритмы для создания аналогов сигналов терменвокса и их преобразования в удобный для понимания формат.

Реализация приложения на основе Windows Forms позволила создать интерфейс, обеспечивающий интерактивное взаимодействие с пользователем. В приложении предусмотрены элементы управления жестами, процесс регистрации и аутентификации пользователей, само сравнение последовательностей. Интерфейс разработан таким образом, чтобы быть максимально интуитивным и удобным для пользователя, обеспечивая доступ ко всем необходимым функциям.

Логика сравнения введённой звуковой последовательности включает несколько этапов. Сначала эталонная и входная последовательности записываются в массив, затем в другой массив записываются временные отрезки, проведённые на каждом из сегментов маршрута. Далее, с помощью алгоритма оценки последовательностей, система сравнивает входные данные с эталонными.

Реализация системы взаимодействия, описанная в пятой главе, представляет собой комплексное решение, объединяющее программные компоненты для эффективного взаимодействия с компьютером посредством жестового ввода. Использование C# и Windows Forms позволило создать и удобное приложение, способное решать задачу идентификации с помощью бесконтактного ввода, предоставляя пользователю понятный интерфейс для работы с устройством.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы были исследованы существующие реализации взаимодействия человека с компьютером посредством бесконтактного и жестового ввода. Были разработаны алгоритмы записи, хранения и обработки последовательностей, обеспечивающие надлежащую работу системы. Также было реализовано сравнение этих последовательностей и аутентификация по ним, что позволяет поддерживать определённую степень точности в вопросе идентификации пользователей. Также на основе разработанных алгоритмов было создано приложение на платформе Windows Forms с использованием языка программирования C#, демонстрирующее работоспособность и потенциал предложенного подхода и способа применения жестового ввода.

Таким образом, поставленные цель и задачи работы были выполнены полностью.

Результаты работы позволяют судить о перспективности использования бесконтактного ввода в системах аутентификации, ввиду возможности вводить пароли жестами, не производя физического контакта с устройством ввода, что делает их пригодными элементами современных систем информационной безопасности.

Кроме того, интересные и перспективные способы использования бесконтактного или жестового ввода ожидаются в военной сфере, например управление дроном с помощью перчатки с обратной связью, или, к примеру, использование поясной системы, которая будет в состоянии сообщить слепому человеку о том, что впереди стоит стена через вибрации или нагревание определённого участка кожи.

Другие методы ввода, такие как ультразвуковые датчики и им подобные, уже являются вопросами будущих исследований, появление результатов которых ожидается в ближайшем будущем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Yoonsin, Yang, Stephen. Defining exergames and exergaming. (2010) (дата обращения: 23.04.24)
- 2 Pamplona, Vitor F., Leandro A. F. Fernandes, João Luis Prauchner, Luciana Porcher Nedel and Manuel M. Oliveira. “The Image-Based Data Glove.” (2008). [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Image-Based-Data-Glove-Pamplona-Fernandes/910d3d3a4e2ceb6510f1de6e5e3b4da5e9d27ab0> (дата обращения: 24.04.24)
- 3 Jonatan Martinez. The Gloveone History [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://jonatanmartinez.com/2016/06/the-gloveone-history/> (дата обращения: 24.04.24)
- 4 Соколова А.И., Конушин А.С. Методы идентификации человека по походке в видео // Труды ИСП РАН. 2019. №1. [Электронный ресурс]. Режим доступа - https://www.ispras.ru/proceedings/docs/2019/31/1/isp_31_2019_1_69.pdf (дата обращения: 26.04.24)
- 5 С. Тере, М.С. Demir, Real-Time Classification of EMG Myo Armband Data Using Support Vector Machine. IRBM (дата обращения: 26.04.24)
- 6 ГОСТ Р 58833-2020. Защита информации. Идентификация и аутентификация. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://protect.gost.ru/document1.aspx?control=31&id=237136> (дата обращения: 27.04.24)
- 7 Антонова В.М., Балакин К.А., Гречишкина Н.А., Кузнецов Н.А. Разработка системы аутентификации с использованием верификации диктора по голосу [Электронный ресурс]. Режим доступа - <http://www.jip.ru/2020/10-21-2020.pdf> (дата обращения: 28.04.24)
- 8 Dworkin, M., Barker, E., Nechvatal, J., et al. Advanced Encryption Standard (AES). – Federal Inf. Process. Stds. (NIST FIPS), National Institute of Standards and Technology [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.nist.gov/publications/advanced-encryption-standard-aes> (дата обращения: 29.04.24)
- 9 Most Common Passwords List [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://nordpass.com/most-common-passwords-list/> (дата обращения: 29.04.24)

- 10 Кочанова А.Г. Надежные пароли. Как их создать и чем полезны // Вестник науки. 2023. №6 [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://cyberleninka.ru/article/n/nadyozhnye-paroli-kak-ih-sozdat-i-chem-oni-polezny> (дата обращения: 30.04.24)
- 11 Федеральный закон "Об электронной подписи" от 06.04.2011 N 63-ФЗ [Электронный ресурс]. Режим доступа - https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_112701/ (дата обращения: 30.04.24)
- 12 A. Glinsky, Theremin: Ether Music and Espionage [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://archive.org/details/thereminethermus00glins> (дата обращения: 02.05.24)
- 13 Самохин В.П., Мещеринова К. В. Памяти Льва Термена [Электронный ресурс]. Режим доступа - <http://technomag.bmstu.ru/doc/800874.html> (дата обращения: 02.05.24)
- 14 Р. Блейхут: быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов [Электронный ресурс]. Режим доступа - [http://publ.lib.ru/ARCHIVES/B/BLEYHUT_Richard_E/%C1%EB%E5%E9%F5%F3%F2%20%D0.%DD._%20%C1%FB%F1%F2%F0%FB%E5%20%E0%EB%E3%EE%F0%E8%F2%EC%FB%20%F6%E8%F4%F0%EE%E2%EE%E9%20%EE%E1%F0%E0%E1%EE%F2%EA%E8%20%F1%E8%E3%ED%E0%EB%EE%E2.\(1989\).pdf](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/B/BLEYHUT_Richard_E/%C1%EB%E5%E9%F5%F3%F2%20%D0.%DD._%20%C1%FB%F1%F2%F0%FB%E5%20%E0%EB%E3%EE%F0%E8%F2%EC%FB%20%F6%E8%F4%F0%EE%E2%EE%E9%20%EE%E1%F0%E0%E1%EE%F2%EA%E8%20%F1%E8%E3%ED%E0%EB%EE%E2.(1989).pdf) (дата обращения: 04.05.24)
- 15 Заковряшин А. С., Малинин П. В., Лепендин А. А.: Применение распределений мел-частотных кепстральных коэффициентов для голосовой идентификации личности // Известия АлтГУ. 2014. №1 (дата обращения: 04.05.24)
- 16 Галанина Наталия Андреевна, Иванова Надежда Николаевна: Вычислительные аспекты быстрого преобразования Фурье и вопросы его реализации на ПЛИС // Вестник ЧГУ. 2018 (дата обращения: 08.05.24)
- 17 Oppenheim, A.V., Schaffer, R.W. "Digital Signal Processing." [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://archive.org/details/digitalsignalpro0000oppe> (дата обращения: 10.05.24)
- 18 Reynolds, D.A, An Overview of Automatic Speaker Recognition Technology. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://www.semanticscholar.org/>

- org/paper/An-overview-of-automatic-speaker-recognition-Reynolds/691ec89cb048ffe78b6e1eacsb0df7abbd44076d (дата обращения: 10.05.24)
- 19 Jurafsky, D., Martin, J.H. "Speech and Language Processing." (дата обращения: 11.05.24)
- 20 "Concurrency in C# Cookbook" by Stephen Cleary. [Электронный ресурс]. Режим доступа - <https://stephencleary.com/book/> (дата обращения: 12.05.24)
- 21 Smith, S.W. "Digital Signal Processing: A Practical Guide for Engineers and Scientists. [Электронный ресурс]. Режим доступа - https://books.google.ru/books?hl=en&lr=&id=PCrcintuzAgC&redir_esc=y (дата обращения: 12.05.24)
- 22 Kinnunen, T, An Overview of Text-Independent Speaker Recognition: From Features to Supervectors. [Электронный ресурс]. Режим доступа - https://www.researchgate.net/publication/222682226_An_Overview_of_Text-Independent_Speaker_Recognition_from_Features_to_Supervectors (дата обращения: 13.05.24)