

## Исследование системы контроля управления доступом на основе тепловой карты ладоней пользователя

*А.А. Бондаев, Д.А. Петров*

*Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В работе рассмотрена система контроля управления доступом на основе анализа теплового излучения ладоней пользователя, использующая распространенные компоненты. Показано, что использование многофакторной биометрической аутентификации по тепловому изображению ладоней и инфракрасному изображению вен пользователя позволяет обеспечить снижение ошибок первого и второго рода при проведении биометрической аутентификации.

**Ключевые слова:** биометрическая аутентификация, тепловой рисунок ладоней, система контроля управления доступом, инфракрасное изображение вен.

### Введение

Известно достаточное число технических средств ограничения доступа и обеспечения безопасности объектов, использующих различные алгоритмы функционирования на основе использования идентификаторов различного рода. Наиболее удобным для пользователя по праву считают различные системы на основе биометрической аутентификации [1,2]. Немаловажным достоинством таких систем является то, что биометрический идентификатор всегда находится у пользователя и не может быть утрачен. При всех этих достоинствах злоумышленники научились обходить защиту [3], реализуемую некоторыми из таких систем [4], например, известны случаи, когда был получен доступ с помощью изготовления муляжа отпечатков пальцев или разблокирования телефона по лицу похожего человека. Очевидно, что интерес представляют такие биометрические идентификаторы, которые сложно поддаются подделке и имитации. С другой стороны, системы на основе статических биометрических признаков меньше подвержены влиянию психофизиологического состояния пользователя на результат процедуры аутентификации. Наиболее сложны в подделке рисунок глазного дна и рисунок вен пользователя, из-за значительной стоимости систем

---

аутентификации по рисунку глазного дна в работе рассматривается система, использующая тепловой и инфракрасный рисунок ладоней пользователя для решения задач аутентификации.

Целью данной работы является исследование системы контроля управления доступом (СКУД) на основе тепловой карты ладоней пользователя.

### **Постановка задачи**

Существуют два различных подхода к получению рисунка вен руки пользователя, по пропущенному [5] через руку аутентифицируемого пользователя ИК излучению и по отраженному [6] излучению. Обнаружение вен основывается на различии поглощения ИК излучения насыщенным кислородом током гемоглобина крови в венах. В местах расположения вен инфракрасное излучение поглощается сильнее и вены выглядят как более темные участки на изображении ладоней. С точки зрения простоты реализации, предпочтительны устройства, работающие на отражение инфракрасного излучения, поскольку в этом случае возможно реализовать устройство в одном корпусе, совмещающем ИК - излучатель и ИК - чувствительную фотоматрицу, также в пользу использования рефлективного способа получения рисунка вен может служить большее доверие пользователя к устройствам, где нет необходимости вводить руку внутрь устройства. К недостаткам таких устройств можно отнести возможность изготовления муляжей [3], процесс изготовления муляжей достаточно трудоёмкий, однако исходные данные для муляжа - рисунок вен пользователя, может быть легко получен с использованием модифицированного фотоаппарата без ИК фильтра и вспышки, при этом использование такого муляжа несколько затруднительно для злоумышленников в случае получения рисунка вен просвечиванием ладоней.

---

Для обеспечения лучшей защиты от попыток использования муляжа, в СКУД обычно используют дополнительный канал получения информации об аутентифицируемом пользователе, в условиях необходимости контроля температуры пользователя при допуске на рабочее место дополнительным каналом получения биометрической информации может служить тепловая карта ладоней пользователя, которая также будет уникальна для каждого человека и затруднит использование муляжа злоумышленником.

В общем случае, система аутентификации представляет собой совокупность ИК излучателя, ИК фотоматрицы и модуля обработки, обеспечивающего выделение рисунка вен и обработку этого рисунка для формирования описания, а также защищенного канала связи, использующего криптографическую защиту [7], или труднодоступный для получения информации злоумышленником канал [8]. На рис.1 показана обобщенная структурная схема системы аутентификации.

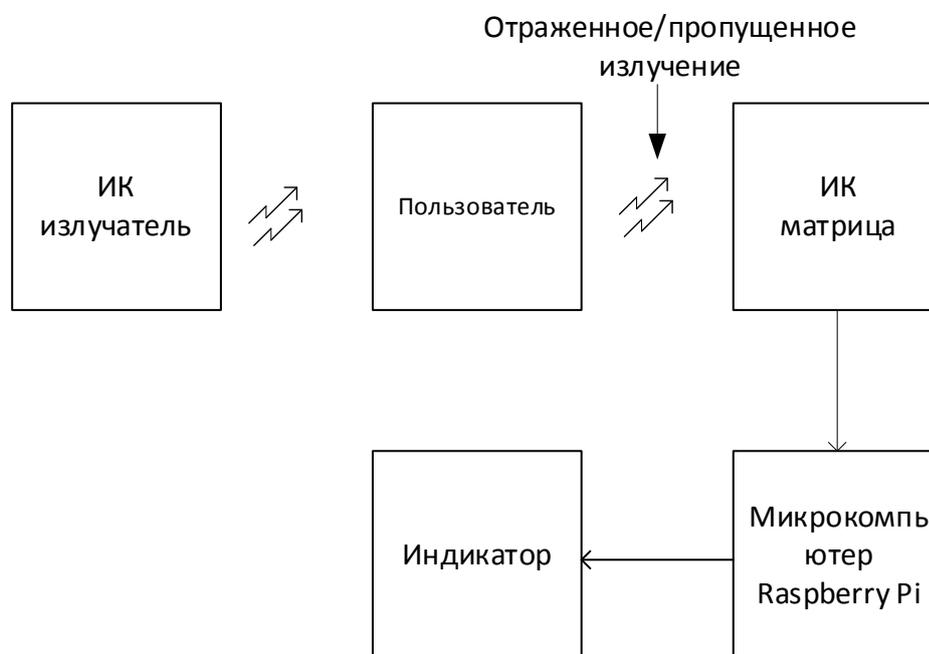


Рис. 1. – Структурная схема системы аутентификации

В качестве датчика изображения, для системы использовалась IP видеокамера на основе чувствительной к ИК излучению матрицы IMX307, с

разрешением 3 МП (2304x1296 пикселей). Источником ИК излучения являлся модуль ИК подсветки для камеры мощностью 0,5Вт. Для получения теплового изображения ладони использовался тепловизор Thermal Seek Compact XR. Внешний вид датчика изображения для получения изображения на просвет и инфракрасного излучателя для получения отраженного ИК изображения представлен на рис.2



Рис. 2. – Внешний вид датчиков изображения вен

Используя данные сенсоры, получаем изображение ладони в пропущенном и отраженном ИК излучении, представленное на рис.3.



Рис. 3. – Изображение ладони в отраженном и пропущенном ИК излучении

Анализируя полученные с помощью видеокамер изображения, можно заметить, что для пропущенного инфракрасного излучения изображение вен является более контрастным, тогда как для отраженного изображения необходимо обеспечить большую мощность для такого же качества изображения. После того, как инфракрасное изображение ладони получено, его подвергают преобразованию – устраняют светлые участки, а темные

делают светлыми (если интенсивность менее 5). Затем линии вен утончаются с помощью операции *erode*. В результате обработки изображения, получаем рисунок вен ладони, при этом если фон является равномерным, то число ложных элементов в рисунке вен из-за неравномерности освещения, значительно ниже чем в случае наличия сложного фона.

В результате обработки для изображений ладони, показанных на рис.3, получаем набор линий представленный на рис.4.

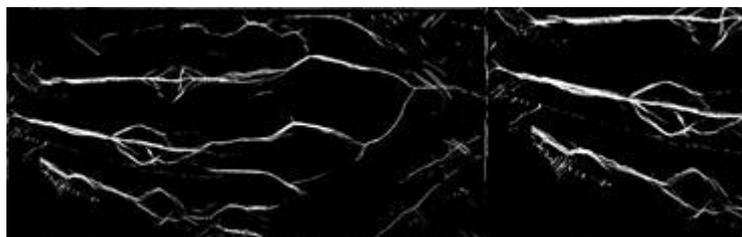


Рис. 4. – Результат обработки изображения ладони.

Для теплового изображения ладони при обработке получаем изображение, представленное на рис.5

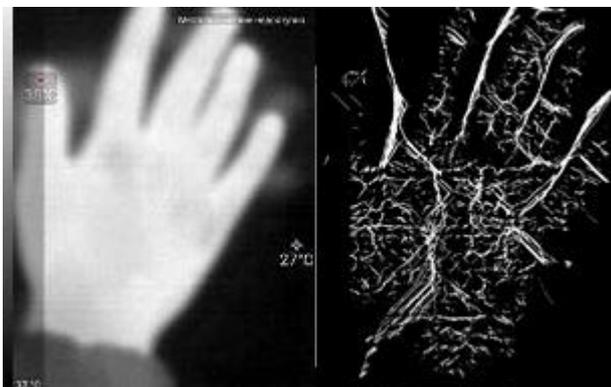


Рис. 5. – Тепловое изображение и результат его обработки.

В ходе дальнейшей обработки по очищенным изображениям вен производилось обучение нейронной сети [9], которая широко используется для идентификации пользователей [10]. Для обучения системы распознаванию пользователя использовалось около 100 изображений ладоней пользователя. В результате проверки работы системы на нескольких пользователях была получена вероятность ошибочного отказа в допуске, не

превышающая 5%, при этом работоспособность системы напрямую зависела от положения руки пользователя и ее неподвижности в процессе сканирования.

### **Заключение**

В работе рассмотрена система аутентификации по рисунку вен пользователя, реализованная на широко распространенных компонентах. Для исключения попыток обхода системы в состав системы введена тепловизионная камера, гарантирующая живучесть испытуемой ладони. Вероятность отказа в допуске системы не превысила 5%, однако следует отметить необходимость получения серии изображений для добавления нового пользователя и зависимость устойчивости работы системы от положения руки пользователя.

### **Литература**

1. Nadort A. The Hand Vein Pattern Used as a Biometric Feature: Literature thesis for Master of Science programmed Physics of Life. — Amsterdam: Medical Natural Sciences at the Free University, 2007. – 179 p.
2. Fuksis R., Pudzs M., Greitans M. Palm Vein Biometrics Based on Palm Infrared Imaging and Complex Matched Filtering: The 12th ACM Workshop on Multimedia and Security, Rome, 2009. – 27 p.
3. Копиев Г. Восковая модель ладони обманула систему аутентификации по рисунку вен. URL: [nplus1.ru/news/2018/12/28/vein](http://nplus1.ru/news/2018/12/28/vein) (accessed: 07.01.2021).
4. Баранов С.О., Абрамов Д.Б. Технология биометрической аутентификации пользователя по венозному рисунку кистей рук // Научный рецензируемый журнал "Вестник СибАДИ". 2017; (2(54)):134-139.

5. Miura N., Nagasaka A., Miyatake T. Feature extraction of finger-vein patterns based on repeated line tracking and its applications to personal identification // Machine vision and applications. - 2004. - №4. - pp. 194-203.
6. Тихонов И. А., Спиридонов И. Н. Инфракрасная визуализация кожных покровов // Биомедицинская техника и радиоэлектроника. - 2010. - №9. - С. 26-32.
7. Плёнкин А.П. Симметричное шифрование квантовыми ключами // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3705.
8. Зачиняев Ю. В., Пливак С. А., Шумилин А. С. Защищенная телекоммуникационная система на основе технологии связи в видимом диапазоне света с интерфейсом PLC // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3847.
9. Сулавко А. Е. Тестирование нейронов для распознавания биометрических образов при различной информативности признаков // Прикладная информатика. – 2018. – Т. 13, № 1 (73). – С. 128–143.
10. Катасёв А.С., Катасёва Д.В., Кирпичников А.П. Нейросетевая биометрическая система распознавания изображений человеческого лица // Вестник Казанского технологического университета. 2016. №18. – С. 128–143.

### References

1. Nadort A. The Hand Vein Pattern Used as a Biometric Feature: Literature thesis for Master of Science programmed Physics of Life. Amsterdam: Medical Natural Sciences at the Free University, 2007. 179 p.
  2. Fuksis R. Palm Vein Biometrics Based on Palm Infrared Imaging and Complex Matched Filtering: The 12th ACM Workshop on Multimedia and Security, Rome, 2009. 27 p.
-



3. Kopiev G. Voskovaja model' ladoni obmanula sistemu autentifikacii po risunku ven [Wax palm model tricked vein pattern authentication system]. URL: [nplus1.ru/news/2018/12/28/vein](http://nplus1.ru/news/2018/12/28/vein) (accessed: 07.01.2021).
4. Baranov S.O., Abramov D.B. Nauchnyj recenziruemyj zhurnal "Vestnik SibADI". 2017; 2(54): pp. 134-139.
5. Miura N., Nagasaka A., Miyatake T. Machine vision and applications. 2004. №4. pp. 194-203.
6. Tihonov I. A., Spiridonov I. N. Biomedicinskaja tehnika i radioelektronika. 2010. №9. pp. 26-32.
7. Pljonkin A.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3705](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3705)
8. Zachinjaev Ju. V., Plivak S. A., Shumilin A. S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2016, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3847](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3847)
9. Sulavko A. E. Prikladnaja informatika. 2018. T. 13, № 1 (73). pp. 128–143.
10. Katasjov A.S., Katasjova D.V., Kirpichnikov A.P. Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta. 2016. №18. pp. 128–143.