

В. В. Юнеман^{1}, В. С. Ефремов¹*

Двухдиапазонное оптическое устройство видеокamеры систем безопасности контроля доступа по ключевым точкам лица

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск, Российская Федерация
* e-mail: Yuneman2002@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается использование инновационной технологии в области биометрической системы защиты информации для создания эффективного и надежного метода идентификации лица человека. Внимание было уделено преимуществу двухдиапазонной оптической системы, обеспечивающей высокую точность и более стойкую к возможным угрозам. Предложен принцип одновременной регистрации оптического (VIS) и тепловизионного (MWIR) изображений единым двухспектральным оптическим устройством для повышения помехозащищенности системы безопасности и контроля доступа на объект. Выбранные опорные точки (пиксели) в видимом диапазоне спектра находятся в координатной связи с пикселями тепловизионной матрицы. Регистрация теплового излучения в этих контрольных точках сигнализирует о достоверности видимого изображения. Результаты компьютерного моделирования двухдиапазонного оптического устройства подтверждает принципиальную возможность реализации данного принципа.

Ключевые слова: двух спектральная оптическая система, видеокamera, опорные точки лица, координатная связь пикселей матриц

V. V. Yuneman^{1}, V. S. Efremov¹*

Dual-band optical device of a video camera for access control security systems at key points of the face

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation
* e-mail: Yuneman2002@mail.ru

Abstract. Annotation. The paper considers the use of innovative technology in the field of biometric information security system to create an effective and reliable method of identifying a person's face. Attention was paid to the advantage of a two-band optical system that provides high accuracy and is more resistant to possible threats. The principle of simultaneous registration of optical (VIS) and thermal imaging (MWIR) images by a single two-spectral optical device is proposed to increase the noise immunity of the security system and access control to the object. The selected reference points (pixels) in the visual range of the spectrum are in coordinate relationship with the pixels of the thermal imaging matrix. The registration of thermal radiation at these control points signals the reliability of the visual image. The results of computer modeling of a two-band optical device confirm the fundamental possibility of implementing this principle.

Keywords: two-spectral optical system, video camera, face reference points, coordinate connection of matrix pixels

Введение

Тема статьи затрагивает крайне актуальную в современном мире область информационной безопасности. Развитие технологий в области видеонаблюдения и биометрических систем позволит создавать все более эффективные и надежные системы контроля доступа.

Двухдиапазонная оптическая система видеокамеры представляет собой устройство, способное комбинировать в себе возможности видеокамер с применением различных спектров света для получения более детальных данных о лице человека. Такое комбинированное использование спектров позволяет увеличить степень достоверности распознавания ключевых точек лица и повысить уровень безопасности системы.

Методы и материалы

Одним из основных преимуществ двухдиапазонной оптической системы является ее повышенная стойкость к мошенничеству с фотоизображениями, таким как применение масок при фотографировании или видеозаписи. Благодаря использованию нескольких диапазонов спектра излучения, эта система способна распознать уникальные физиологические характеристики лица, что делает ее более надежной в сравнении с традиционными методами идентификации.

Результаты

В работе был исследован вопрос получения одновременного фото и термографического изображения лица человека.

Получение фотоизображения лица нормируется [1, 2] и предполагает более 80 опорных точек, что предполагает значительную временную задержку. В работе [3] предложено рассматривать только 19 опорных точек, что вполне достаточно для систем доступа.

Группы точек, такие как глаза, брови, нос и рот, можно выделить в качестве приоритетных и извлечь множество различных параметров для идентификации по этим точкам. В качестве параметров распознавания используются расстояния, измеренные по горизонтальной и вертикальной осям, поскольку их получение и обработка требуют меньших вычислительных затрат. Точки измерения лица человека — это наиболее часто используемые точки при построении систем автоматического распознавания человеческого тела.

Фотографическое изображение в видимом диапазоне имеет высокое разрешение (рис. 1, *a*), но легко поддается подделке и не только специальными компьютерными средствами, но даже простыми масками. Это было продемонстрировано в 60-70 годах прошлого века в фильмах о Фантомасе. В котором герой легко менял облик, надевая маску жертвы. Все опорные точки сходились. Но маска предотвращает доступ к контролируемому телу и не позволяет сделать термограмму лица.

В работах по биометрическим системам [3] для повышения надежности рекомендуется использовать несколько методов защиты одновременно. В нашем

случае наиболее интересно сделать термограмму лица для устранения влияния маски.

В работе [4] рассмотрен вопрос разработки алгоритма автоматического выделения лица на термографических изображениях.

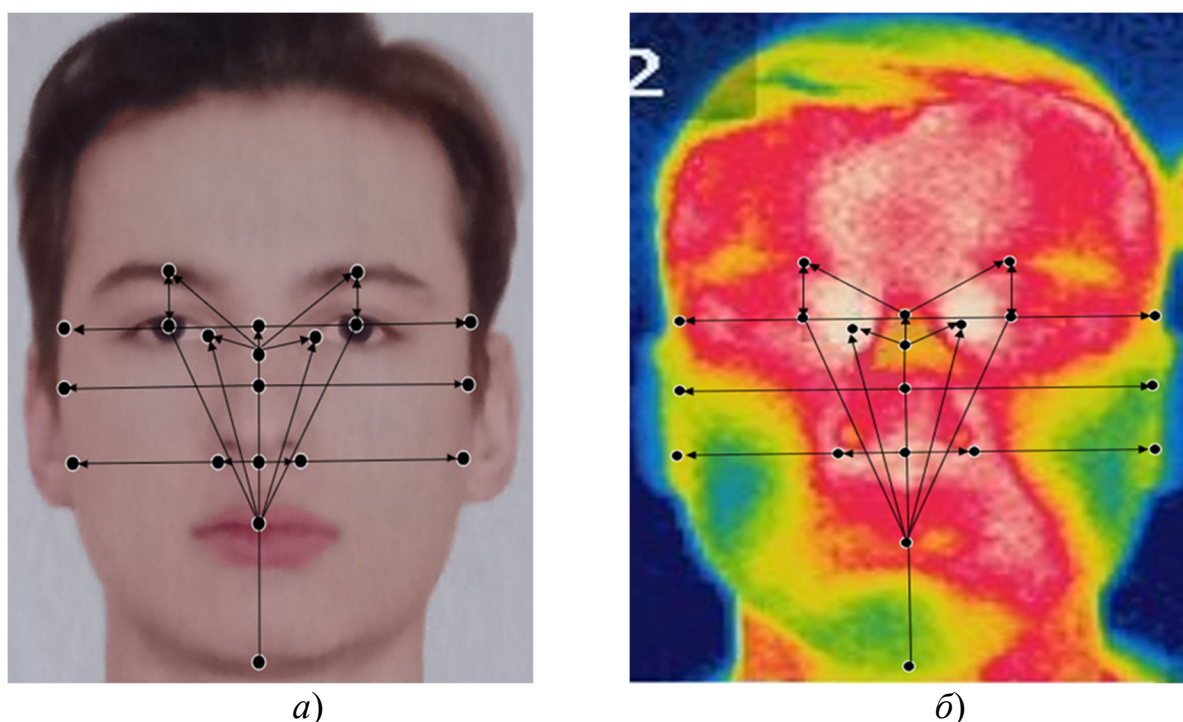


Рис. 1. Точки, применяемые в системах автоматической идентификации в диапазонах спектра: *а)* – видимом; *б)* – инфракрасном

Для этого было проведено исследование с целью определения на лице человека стабильной температурной области, которую можно использовать как область интереса при создании индивидуального температурного портрета человека. Термографические данные (рис. 1, *б)*) были получены тепловизором «FLIR InfraCAM», представляющий собой матрицу в фокальной плоскости 120×120 , с погрешностью изменения температур $0,2 \text{ }^\circ\text{C}$.

В результате проведенных исследований было выяснено, что внутренний угол глаза здорового человека дает отклик в инфракрасном диапазоне наиболее интенсивно, что подтверждает выводы работы [4].

Однако, по нашему мнению, следует брать опорные точки с видимого изображения (как более точные) и в них определять температуру. Термограмма лица имеет пространственное разрешение на порядок ниже, чем фотографическое изображение.

Кроме того, эти изображения получают на разных видеокамерах с разными фокусными расстояниями (масштаб изображения), разными параметрами матричных приемников излучения [6, 7].

Таким образом, для получения одновременно двух изображений в диапазонах VIS (от $0,4$ до $0,75 \text{ мкм}$) и MWIR (от 3 до 5 мкм) необходимо использовать

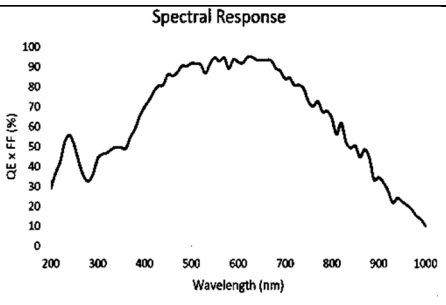
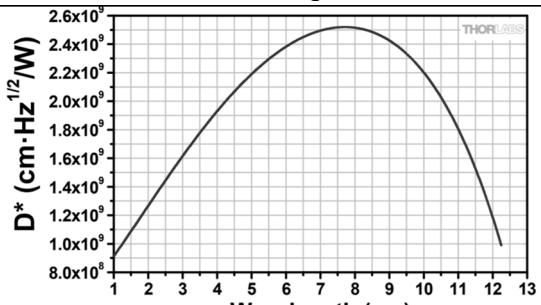
видеокамеру с двухдиапазонным оптическим устройством и дальнейшей регистрацией двумя приемниками излучения фотонного и актинометрического типа.

Пиксели приемников излучения должны находиться в координатной связи (центры матриц должны быть совмещены). Система опорных точек, принятая для VIS диапазона, должна соответствовать опорным точкам MWIR диапазона (рис. 1, б). Дальнейшая обработка электронных изображений может проводиться по методам, представленным в литературе [3, 4].

Для регистрации изображения можно использовать два приемника оптического излучения для двух диапазонов спектра: GSENSE400BSI (фирмы Gpixel) и Infra Tec (Германия), Некоторые параметры этих приемников приведены в табл. 1 [8, 9].

Таблица 1

Параметры приемников

| Параметры | Значения | |
|--------------------------------------|---|--|
| | GSENSE6060BSI-AM | Infra Tec (германия) |
| Спектральная чувствительность | UV (0.2 — 0.4 мкм) / VIS (0.4 — 0.75 мкм) / NIR (0.75 — 1.1 мкм) | MWIR (3,6 — 4,9 мкм) |
| Разрешение, пикселей | 6144 × 6144 | 1920 × 1536 |
| Размеры пикселя, мкм | 10 × 10 | 10 × 10 |
| Тип сенсора | Матричный | Матричный |
| Материал сенсора | Si (кремний) | МСТ (КРТ кадмий-ртуть-теллур) |
| Охлаждение | - | Машина Стирлинга |
| График спектральной чувствительности |  |  |

Для работы в двух диапазонах спектра одновременно материал оптического устройства должен пропускать излучение в VIS и соответствовать изменению длины волны ($\Delta\lambda$) от 0,4 до 0,75 мкм; MWIR ($\Delta\lambda$) от 3 до 5 мкм диапазонах. Для этой цели подходит MgF_2 (фтористый магний), который имеет высокое пропускание излучения и не требует просветляющего покрытия в указанных диапазонах спектра (рис. 2) [10-12].

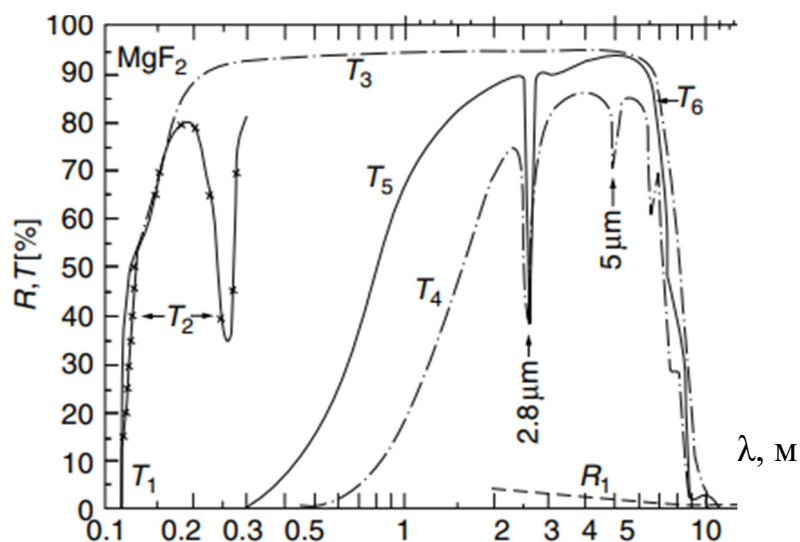


Рис. 2. График спектрального пропускания материала MgF_2

Двухдиапазонная оптическая система, все оптические детали которой выполнены из MgF_2 имеет параметры: $f' = 18$ мм; $2\omega = 10^\circ$; $D/f' = 1:1,5$; VIS ($\Delta\lambda$ от 0,4 до 0,75 мкм); MWIR ($\Delta\lambda$ от 3 до 5 мкм). Большой последний воздушный промежуток позволяет разместить спектроделительное зеркало и отклонить излучение диапазона MWIR на угол 90° (рис. 3) [13].

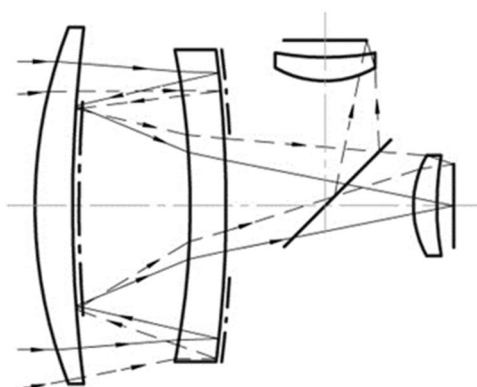


Рис. 3. Оптическая схема двухдиапазонного зеркально-линзового устройства

Результаты моделирования двухдиапазонного зеркально-линзового оптического устройства из материала MgF_2 представлены на рис. 4.

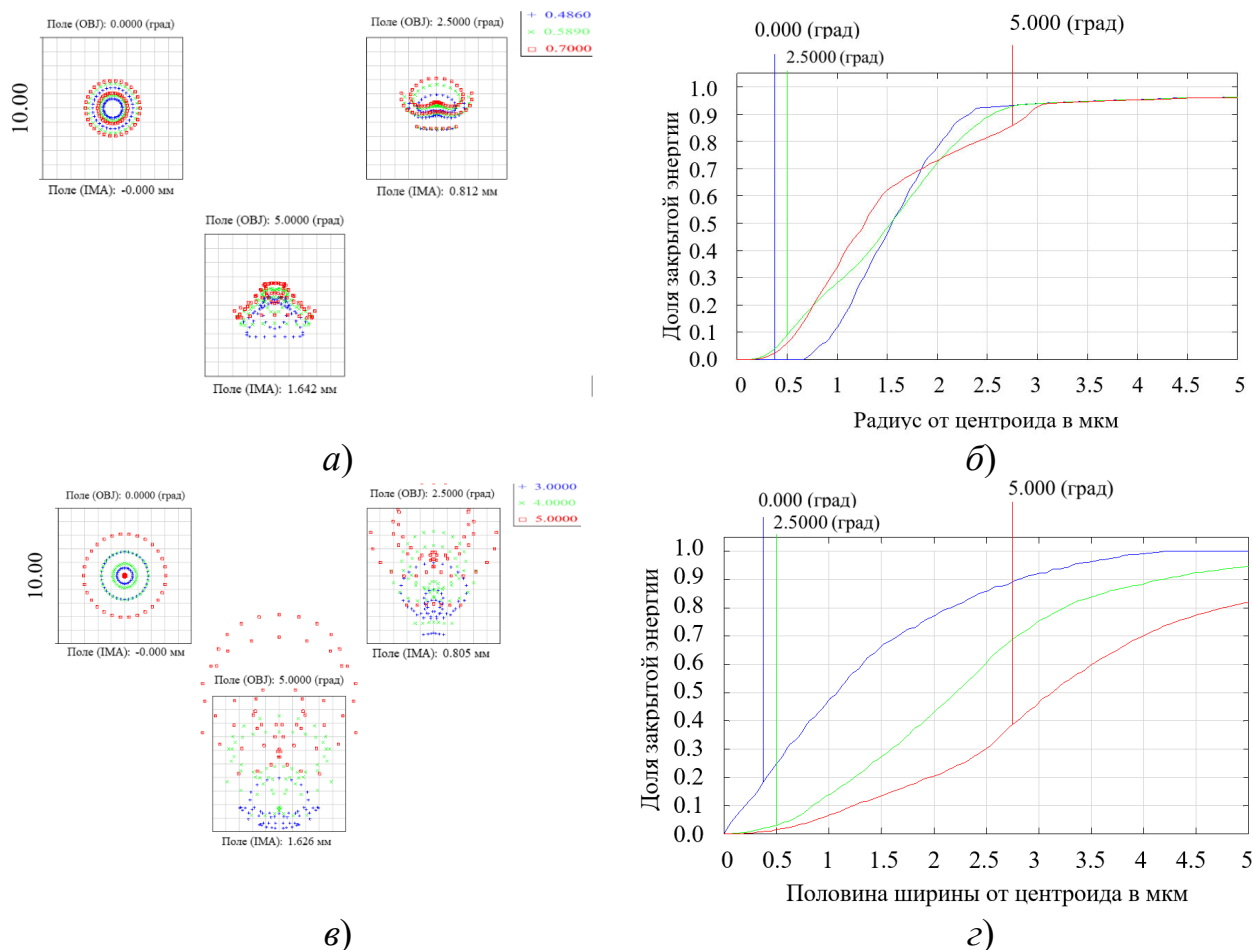


Рис. 4. Результаты моделирования двух диапазонного зеркально-линзового объектива из материала MgF_2 в пикселе размером 10×10 мкм в VIS и MWIR диапазонах: а), в) - точечная диаграмма пятна рассеивания; б), г) - график концентрации энергии

По результатам компьютерного моделирования можно сделать заключение о возможности получения изображения лица в двух диапазонах спектра одновременно в одном масштабе и примерно с одним разрешением.

Заключение

В перспективе развитие оптических систем, работающих в двухдиапазонной технологии, позволит комбинировать изображения, полученные в видимом и тепловизионном диапазоне. Это откроет новые возможности для более полного и точного анализа объектов, особенно в области информационной безопасности.

Распознавание лиц на основе геометрических характеристик нуждается в надёжном механизме нахождения ключевых точек, исключения возможных «подделок, масок» в видимом диапазоне спектра, что возможно обеспечить предложенным методом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19794-5-2006. Автоматическая идентификация. Идентификация биометрическая. Форматы обмена биометрическими данными. Часть 5. Данные изображения лица. = Automatic identification. Biometrics. Biometric data interchange formats. Part 5. Face image data : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 марта 2006 г. N 53-ст: дата введения 2007-01-01 / подготовлен Научно-исследовательским институтом биомедицинской техники Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (НИИ БМТ МГТУ им. Н.Э. Баумана) . – Москва : Стандартинформ, 2006. – 35 с.
2. ГОСТ Р 52633.0-2006. Техника защиты информации. Требования к средствам высоконадёжной биометрической аутентификации. = Information protection technology. Requirements for the means of high-reliability biometric authentication : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2006 г. N 372-ст: дата введения 2007-04-01 / разработан Государственным научно-исследовательским испытательным институтом проблем технической защиты информации Федеральной службы по техническому и экспортному контролю (ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России) . – Москва : Стандартинформ, 2007. – 21 с.
3. Колесник А.В., Ладыженский Ю.В. Распределенная система определения лица на основе геометрических характеристик / А.В. Колесник, Ю.В. Ладыженский // Информационные управляющие системы и компьютерный мониторинг (ИУС и КМ-2010) / Материалы на всеукраинской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых выпускников – 19-21 мая 2010р., Донецк, ДонНТУ. – 2010. – с. 29-32.
4. Кухарев Г. А. Биометрические системы: Методы и средства идентификации личности человека. – СПб.: Политехника, 2001. – 240 с.
5. Баша Н. С., Шульга Л. А. Алгоритм автоматического выделения лица на термографических изображениях / Н. С. Баша, Л. А. Шульга // Информатика и ее применение. – 2011. – Т. – 5. – Вып. 1. – С.73-77.
6. Тарасов В. В., Якушенков Ю. Г. Многодиапазонные оптико-электронные системы с матричными приемниками излучения. М.: Университетская книга; Логос, 2007. – 192 с.
7. Егоренко, М. П. Двухспектральная оптическая система для нанодронов / М. П. Егоренко. – Текст: непосредственный // Интерэкспо Гео-Сибирь Том №2. – 2017. – С. 38-40.
8. НПК Фотоника каталог, <https://www.npk-photonica.ru> (17 February 2024).
9. Фомин Ф.В. Современное состояние и перспективы развития зарубежных ик-систем. Под ред. Н.Н. Вилковой. – М: ЗАО «МНИТИ», 2018. – 35 с.
10. Выбор оптических материалов для многоканальных зеркально-линзовых систем с зеркалами Манжена видеокамер беспилотных миниаппаратов. Оптический журнал. 2020. № 12. С. 18-31.
11. Moriaki Wakaki, Keiei Kudo, Takehisa Thibuya. Physical Properties and Data of Optical Materials [Электронная книга]: CRC Press, 2007. – 576 с.
12. Ефремов В. С., Шлишевский В. Б. Оптические материалы и ахроматическая коррекция типовых компонентов оптических систем: учеб. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2013. – 284 с.
13. Егоренко М. П., Ефремов В. С. Пат. № 98072 Российской Федерации на полезную модель МПК⁴G02B 17/00; Двухспектральная зеркально-линзовая система; заявитель и патентообладатель Сибирская государственная геодезическая академия. – № 2010108755/22(012273); заявл. 09.03.10; опубл.27.09.10.

© В. В. Юнеман, В. С. Ефремов, 2024