

область, и следующим после зафиксированной первой характерной точки переходом через ноль из отрицательной в положительную результирующей кривой, полученной путем сложения высших спектральных составляющих (т.е. ближайшая к  $t = T/2$ ) (рисунок 3).

#### Литература

1. Современные методы оценки состояния обмоток электрических машин / Ю. В. Суходолов [и др.] // Метрология и приборостроение. – 2025. – № 2. – С. 49–59.

2. Дайнеко, В. А. Методы диагностики асинхронных электродвигателей в рабочих режимах и перспективы их применения / В. А. Дайнеко, Ж. Г. Юрковец // Агропанорама. – 2021. – № 4 (146). – С. 22–25.

3. ГОСТ ISO 20958-2015. Контроль состояния и диагностика машин. Сигнатурный анализ электрических сигналов трехфазного асинхронного двигателя: введ. 11.01.2016. – Москва: Стандартинформ, 2016. – 24 с.

4. Исаев, А. В. Определение дефектов обмоток электрических машин по параметрам спектра тока холостого хода / А. В. Исаев [и др.] // Метрология и приборостроение. – 2022. – № 1. – С. 17–21.

УДК 681.783

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СТЕРЕОЭФФЕКТА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗМЕРОВ ОБЪЕКТОВ И РАССТОЯНИЯ ДО НИХ

Калинов В. С.<sup>1</sup>, Козлов В. Л.<sup>2</sup>, Яковлев Д. Л.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «Институт физики имени Б. И. Степанова Национальной академии наук Беларуси»

<sup>2</sup>Факультет радиофизики и компьютерных технологий БГУ

Минск, Беларусь

**Аннотация.** Рассматриваются теоретические принципы и практическая реализация системы машинного зрения на базе цифровой стереокамеры, предназначенной для дистанционного измерения пространственных координат и размеров предметов, не требующая применения мерных объектов в поле зрения. Приведена методика калибровки системы и данные по точности измерений.

**Ключевые слова:** машинное зрение, стереоизображение, диспаратность, цифровая фотосъемка, корреляционная обработка.

### PRACTICAL APPLICATION OF THE STEREO EFFECT FOR REMOTE DETERMINATION OF THE SIZE OF OBJECTS AND THE DISTANCE TO THEM

Kalinov V. S.<sup>1</sup>, Kozlov V. L.<sup>2</sup>, Yakovlev D. L.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Belarus

<sup>2</sup>Faculty of Radiophysics and Computer Technologies of the Belarusian State University

Minsk, Belarus

**Abstract.** The article presents the theoretical principles and the practical implementation of a machine vision system based on a digital stereo camera for remote measurement of spatial coordinates and object sizes without the need for reference objects in the field of view. A system calibration methodology and measurement accuracy data are provided.

**Keywords:** machine vision, stereo imaging, disparity, digital photography, correlation processing.

Адрес для переписки: Калинов В. С., пр. Независимости, 68-2, г. Минск 220072, Республика Беларусь  
e-mail: v.kalinov@ifanbel.bas-net.by

Задачи измерения расстояний до объектов на местности и определения размеров этих объектов в архитектуре и строительстве, геодезии и картографии, метрологии, криминалистке и других областях деятельности традиционно решались с помощью устройств типа линеек и рулеток, что создавало известные сложности при работе с габаритными и труднодоступными объектами.

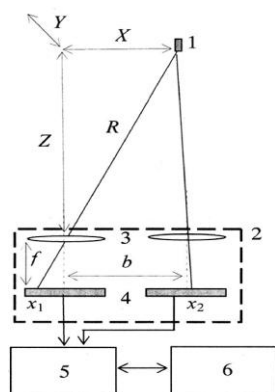
Такие современные измерительные средства, как лазерные дальномеры или лидары, позволяют определить расстояние до удаленных предметов, но для получения линейных размеров этих предметов приходится прибегать к сложным техникам измерения, например, триангуляции, при этом в случае возникновения необходимости уточнения измерений или определения дополнительных размеров нужен повторный выезд на место, что не всегда удобно, а в случае, например, осмотра места происшествия – и не всегда возможно.

При необходимости получения большого массива измерительной информации с возможностью фиксации подробностей (даже не представляющих интерес на текущий момент) часто используют фотограмметрию, что требует проведения трудоемкой обработки нескольких фотографий анализируемого трехмерного объекта, полученных с разных ракурсов съемки.

В настоящем сообщении мы предлагаем измерительный прибор на основе цифровой стереофотокамеры, позволяющий дистанционно определять размеры объектов и расстояния до них без применения эталонных мерных объектов в поле зрения по сохраненной стереофотографии. Принципиальная схема разработанной системы [1] представлена на рисунке 1.

Два объектива 3 (рисунок 1) с фокусными расстояниями  $f$  проецируют изображение измеряемого объекта 1 на плоскости фотоприемных матриц 4. Оптические оси объективов параллельны и

пересекают соответствующие фотоприемные матрицы 4 в их центрах под углом  $90^\circ$ . Эпиполярные линии на плоскостях матриц 4 параллельны строкам пикселей этих матриц, стереоизображения ректифицированы. Прямоугольная система координат XYZ связана с передней фокальной плоскостью объективов 3, системы  $x_1y_1$  и  $x_2y_2$  – с плоскостями фотоприемных матриц. Поскольку оптические оси объективов разнесены по горизонтали на некоторое расстояние  $b$ , координаты  $x_1$  и  $x_2$  изображения объекта 1 не совпадают.



1 – измеряемый объект, 2 – стереокамера, 3 – объективы, 4 – фотоприемные матрицы, 5 – контроллер, 6 – персональный компьютер. X, Y и Z – пространственные координаты,  $x_1$  и  $x_2$  – координаты изображения на матрицах,  $b$  – расстояние между оптическими осями,  $a$  – фокусное расстояние

Рисунок 1 – Схема стереодальномера

Величина диспаратности  $\Delta x = x_2 - x_1$  позволяет вычислить пространственные координаты X, Y и Z выбранной точки объекта по формулам

$$Z = \frac{f \cdot b}{\omega \cdot \Delta x}, \quad X = \frac{x \cdot \omega}{f} \cdot Z, \quad Y = \frac{y \cdot \omega}{f} \cdot Z, \quad (1)$$

где  $\omega$  – размер пикселя. Расстояние  $L$  между любыми выбранными точками A и B после определения их пространственных координат  $X_A, Y_A, Z_A, X_B, Y_B$  и  $Z_B$  определяется из выражения

$$L = \sqrt{(X_A - X_B)^2 + (Y_A - Y_B)^2 + (Z_A - Z_B)^2} \quad (2)$$

Таким образом можно определить размеры объектов и расстояния до них, располагая стереоснимком, полученным дальномером с известными параметрами  $b, f$  и  $\omega$ .

Стереофотоснимок с камеры передается на персональный компьютер, который производит автоматическое обнаружение величины диспаратности для выбранной оператором точки сцены с последующим переводом 2-мерных координат в 3-мерные по формулам (1) с применением оригинальных механизмов коррекции, при этом оперативная полевая цифровая стереосъемка с последующей обработкой полученных изображений в стационарных условиях позволяют рационально использовать рабочее время и дают возможность уточнять необходимые подробности в последующем, когда проведение измерений непосредственно на месте происшествия

уже недоступно. Точное определение расстояний и размерных характеристик объектов возможно только при наличии явно различимых существенных цветовых и/или яркостных контрастов необходимой площади в условиях достаточной освещенности, отсутствия неблагоприятных атмосферных явлений и оптически искажающих сред.

Определение величины диспаратности сводится к вычислению значения двухмерной нормированной корреляционной функции между областью изображения вблизи выбранной для анализа точки на одном из полукадров стереоснимка и соответствующей областью на втором полукадре в соответствии с выражением

$$R(\Delta x, \Delta y) = \frac{\sum_{x,y} (I_1(x,y) - I'_1)(I_2(x + \Delta x, y + \Delta y) - I'_2)}{\sqrt{\sum_{x,y} (I_1(x,y) - I'_1)^2 \sum_{x,y} (I_2(x + \Delta x, y + \Delta y) - I'_2)^2}},$$

$$I'_n = \frac{\sum_{x,y} I_n(x,y)}{x_{max} y_{max}},$$

где  $I_1$  и  $I_2$  – сигналы окон сканирования полукадров стереоснимка;  $x_{max}$  и  $y_{max}$  – размер сканирующего окна по горизонтали и вертикали соответственно;  $\Delta x$  и  $\Delta y$  – горизонтальная и вертикальная диспаратность соответственно;  $I'_1$  и  $I'_2$  – средние значения сигнала в первом и втором окне сканирования соответственно;  $n = 1$ .

По положению экстремума корреляционной функции  $R(\Delta x, \Delta y)$  определяется сдвиг между изображениями для  $i$ -го измеряемого объекта  $\Delta x_i = x_2 - x_1$ . Производимая нормировка по величине среднего значения сигнала позволяет достигнуть максимального значения корреляционной функции, и при полном совпадении изображений она будет равна единице.

Точность измерения дальномера достигается применением качественных матриц на 12 М пикселей и объективов с соответствующим оптическим разрешением. Объективы стереокамеры съюстированы на бесконечность, их оптические оси выставлены параллельно. На этапе юстировки скомпенсированы ошибки, возникающие вследствие неидеальности характеристик оптических систем. Окончательная калибровка системы производится на объектах с известными размерами. Внешний вид стереокамеры представлен на рисунке 2.

Работа с объектами, находящимися в ближнем поле зрения, возможна в пределах глубины резко изображаемого пространства, определяемого конструктивными особенностями объективов. Так, для примененных при построении стереокамеры объективов с фокусным расстоянием 8 мм и горизонтальным углом зрения  $43,6^\circ$  диапазон измерения расстояний снизу ограничен величиной  $\sim 1,7$  м, при этом максимальная дальность ограничена разрешаемым стереосдвигом и при приемлемой точности составляет 50 м. Абсолютная погрешность измерения на расстоянии до 30 м не превышает 0,01S, на расстоянии 30...50 м – 0,03S, где S – расстояние в метрах между точкой съемки и наиболее удаленной ситуационной точкой. Применение субпиксельной коррекции позволяет повысить разрешение до 1/8 пикселя.



Рисунок 2 – Внешний вид стереокамеры

Анализ выражения (1) показывает, что при фиксированном  $\omega$  одна и та же диспарантность

может быть достигнута при  $b \cdot f = const$ . Выбор этих параметров целиком определяется конкретными задачами измерения.

#### Литература

1. Патент РБ № 13744. Дальномер на цифровой стереофотокамере / В. С. Калинов, В. Л. Козлов, Д. Л. Яковлев; заявитель и патентообладатель [указать при наличии]. – № 20231111; опубл. 07.05.2025. – 5 с.

УДК 004.774

## АТАКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ QR-КОДОВ

Ковынев Н. В.

МГТУ имени Н.Э. Баумана, Москва, Россия

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются распространенные атаки при помощи qr-кодов, а также некоторые способы противодействия данным атакам.

**Ключевые слова:** qr-код, фишинг, qr-фишинг, квишинг.

## QR-CODE ATTACKS

Kovynyov N. V.

Bauman Moscow state technical university, Moscow, Russia

**Abstract.** This article applies mass measures using QR codes, as well as some methods to counter these attacks.

**Keywords:** QR code, fishing, QR-fishing, quishing.

Адрес для переписки: Ковынев Н. В., МГТУ имени Н.Э. Баумана, Москва, Россия

e-mail: nvkovynyov@bmstu.ru

Активное развитие информационных технологий, их внедрение в повседневную жизнь общества, позволяют злоумышленникам находить новые способы по обману граждан, используя различные уязвимости современных технологий. Высокий уровень популярности мобильных технологий позволяет реализовывать фишинговые атаки на новых направлениях. Одни из самых распространенных способов реализации фишинга – это поддельные ссылки на вредоносные сайты, поддельные электронные письма, ссылки, которые очень похожи на адреса популярных сайтов (магазины, информационные ресурсы, какие-либо площадки, торговые площадки).

С внедрением qr-кодов во многие отрасли современной жизни такие как: банковская, маркетинговая, логистическая, государственная, образовательная и другие, у злоумышленников появились новые возможности для обмана граждан. Атаки с использованием qr-кодов только набирают популярность, но уже имеют ряд неоспоримых преимуществ: легкая генерация и связывание с поддельным сайтом; широкая область применения qr-кодов; отсутствие каких-либо визуальных признаков, гарантирующих подлинность или наоборот; невозможность проверки информации, которую содержит qr-код, без сканирования; широкое распространение различных считывателей qr-кодов. Помимо этого, высокое распространение для таких атак играет огромное количество мобильных телефонов, потому что большинство настольных операционных систем компьютеров имеет защиту от фишинга, телефоны же гораздо более уязвимы к таким атакам.

Использование qr-кодов для фишинговых атак получило название «квишинг». Данный термин определяют следующим: квишинг или qr-фишинг –

угроза информационной безопасности, при реализации которой злоумышленник использует qr-код, чтобы перенаправить жертву на вредоносный сайт, загрузки вредоносного контента, кражи персональных данных или несанкционированных финансовых операций. При получении нужных данных или если жертва переходит на нужный интернет-ресурс, злоумышленник при помощи различных способов психологического воздействия или методов социальной инженерии может получить персональные данные жертвы, конфиденциальную информацию, доступ к финансовым ресурсам жертвы.

Одними из распространенных способов использования qr-кодов являются: создание qr-кодов, содержащих ссылки на поддельные сайты; подмена физических или цифровых кодов крупных компаний, которые расположены в доверенных местах; маскирование под рекламные компании различных брендов; маскирование под официальные способы оплаты или просмотра различных товаров и услуг.

Использование qr-фишинга позволяет злоумышленнику обходить традиционные способы борьбы с фишингом. Данное преимущество достигается из-за того, что системы обнаружения вторжений, системы обнаружения вредоносного программного обеспечения и различные почтовые фильтры способны блокировать подозрительные сообщения только при наличии ссылок или каких-либо вложений. Данный способ фишинга же позволяет злоумышленнику встраивать поддельный qr-код в письма в виде изображений, добавить его в документы с безопасным расширением, интегрировать в различные файлы рассылки компаний, разослать через социальные сети, распространить через какие-либо печатные материалы рекламного или научно-популярного формата. Описанные способы