

УДК 004.932.2:519.652

А.А. САВКОВ, С.А. САВКОВ, В.В. МОРОЗ

Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, Украина

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПОДЛИННОСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИИ В QUIE ZONE 2D БАРКОДОВ

В данной статье рассматриваются методы проверки подлинности объектов на основе анализа информации quite zone 2d баркода – структуры поверхности материала и его микротекстуры. Рассмотрены механизмы поиска, предварительной обработки и локализации баркодов. Предложен оригинальный алгоритм локализации паттернов определения положения. Описаны основные этапы идентификации подлинности объектов. Приведены преимущества предложенной схемы и обозначены перспективы дальнейшей работы. Предполагается использование этих методов для быстрой проверки подлинности объектов при помощи мобильных устройств считывания.

Ключевые слова: проверка подлинности, 2D баркод, QR-код, Datamatrix, quite zone.

Введение

С развитием массового производства и доступностью технологий очень остро встала проблема борьбы с контрафактной продукцией.

Многие компании, использующие уникальные технологии, материалы и зарегистрированные торговые марки, сталкиваются с проблемой подделки их изделий в промышленных масштабах. При этом они не только несут убытки от недополученной прибыли, но также страдает их репутация.

С другой стороны, потребитель хочет быть уверен в качестве приобретаемого товара (надежность, соответствие техническим и санитарным нормам) и гарантийных обязательствах производителя.

Методы идентификации подлинности

В настоящий момент существуют различные способы идентификации подлинности товаров [1]:

- голография;
- водяные знаки;
- УФ маркировка;
- радиочастотные метки (RFID) [2, 3];
- присвоение уникальных идентификаторов: серийные и регистрационные номера, стираемые защитные покрытия [4].

Однако эти методы имеют ряд недостатков. Голограммы и водяные знаки с высокой степенью защиты дороги в производстве.

Процесс автоматического считывания сложен, а потребитель не всегда видит разницу между оригинальным и поддельным знаком. RFID-метки требуют специального считывающего оборудования [5] и подвержены электромагнитным помехам; повреж-

дение метки приводит к ее полной неработоспособности.

Стоимость RFID-меток выше, чем при полиграфической маркировке. Кроме этого, многие средства маркировки рассчитаны на использование на ограниченном спектре материалов.

В связи с этим возникла необходимость разработки метода быстрой идентификации подлинности объектов с использованием общедоступных средств считывания.

В данной работе рассматривается использование структуры поверхности материала в quite zone 2D баркодов для идентификации подлинности товара. Существуют различные способы анализа поверхности материала: оптическая микроскопия, спекл-интерферометрия.

Метод спекл-интерферометрии.

Спекл (от англ. speckle – крапинка, пятнышко) – множество хаотически расположенных светлых и темных пятен, формируемых при направлении когерентного излучения, полученного на выходе из реальных оптических измерительных систем или исследуемых объектов, на экран [6]. Первоначально спеклы рассматривались как оптический шум, который приводит к ухудшению качества изображения и снижению четкости интерференционной картины.

Несколько позже были разработаны методы, позволяющие получить информацию о деформации и смещении шероховатых объектов, скорости их движения, амплитуде и частоте вибраций. Используя спекл-интерферометрию, можно получить высокоточную карту поверхности исследуемого объекта.

В то же время, для спекл-интерферометрии требуется специализированное считывающее обо-

рудование и когерентный источник света, что ограничивает сферу ее применения.

С другой стороны, современные мобильные устройства оснащаются камерами с достаточной разрешающей способностью для передачи структуры поверхности материала и микротекстур.

Схема проверки подлинности

Для проверки подлинности объекта пользователь фотографирует двумерный баркод на мобильное устройство и пересылает по каналу связи для верификации. Автоматизированная система обрабатывает полученное изображение в несколько этапов:

1. Анализ и компенсация визуальных и пространственных искажений изображения.
2. Расшифровка 2D баркода и поиск объекта в базе данных. Баркод содержит данные о компании-производителе и товаре, что позволяет однозначно идентифицировать объект, либо сообщить, что его в базе нет.
3. Анализ Quite zone баркода:
 - поиск уникальных дескрипторов, определяющих структуру материала, и проверка на соответствие с эталонными, хранящимися в базе данных;
 - анализ микротекстуры (вычисление корреляции с эталонными образцами);
 - обработка полученных данных и построение вывода о подлинности объекта.
4. Отправка полученных результатов пользователю.

2D баркоды

Одним из средств маркировки, получивших широкое распространение, являются линейные и двумерные штрих-коды.

Основными преимуществами матричных 2D кодов по сравнению с 1D кодами являются:

- возможность размещения 2D кодов непосредственно на товарах без использования этикеток;
- высокая плотность информации;
- масштабируемость: физические размеры 2D кодов ограничиваются только разрешением печати и считывающих устройств;
- наличие встроенных механизмов коррекции ошибок (ECC), позволяющих полностью восстанавливать кодируемое сообщение даже при повреждении его части;
- считывание камерами, а не при помощи лазерного луча, используемого для чтения обычных штрих-кодов, в любом положении.

В связи с этим они получили широкое распространение в производстве, логистике, рекламе и торговле.

Рассмотрим их более подробно на примере Datamatrix и QR-кодов. 2D матричные баркоды представляют собой двумерный матричный код, состоящий из темных и светлых квадратных модулей.

Одной из важных особенностей этих кодов является то, что они поддерживают механизм коррекции ошибок и обладают регулируемой избыточностью данных.

Так, например, QR-код может быть расшифрован даже при повреждении 30% модулей.

При использовании камеры мобильного устройства полученное изображение может обладать рядом искажений, таких как плохая или неравномерная освещенность, дисторсия и т. д.

Задача распознавания баркода состоит из нескольких этапов:

- преобразование изображения с целью устранения визуальных искажений;
- локализация баркода и отсеивание фоновых объектов;
- определение положения баркода и угла поворота, поворот кода на требуемый угол;
- декодирование баркода.

QR-код

Структура QR-кодов описывается стандартом ISO/IEC 18004 [7], согласно которому код должен содержать (рис. 1):

- паттерны определения положения (Position Detection Patterns), которые отделены от остальных данных с помощью разделителей (Separators for Position Detection Patterns);
- паттерны выравнивания (Alignment Patterns);
- паттерны времени (Timing Patterns);
- мертвую зону (Quiet Zone), отделяющую код от окружающих объектов.

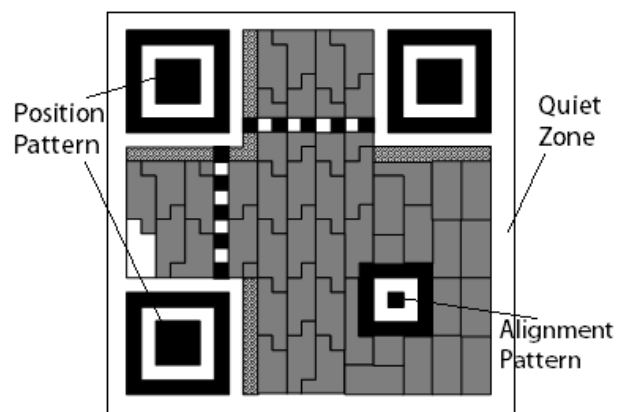


Рис. 1. Структура QR-кода

Datamatrix

Структура кодов Datamatrix описывается стандартом ISO/IEC 16022 [8], согласно которому код должен содержать (рис. 2):

- паттерн поиска (Finding Pattern);
- мертвую зону (Quiet Zone), отделяющую код от окружающих объектов.

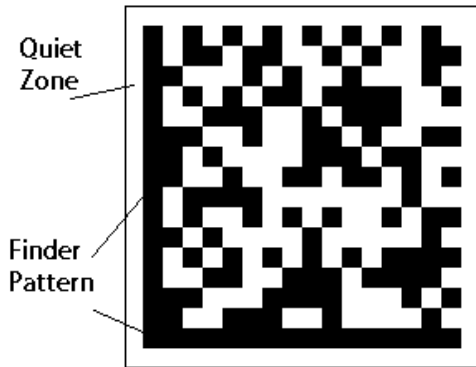


Рис. 2. Структура кода Datamatrix

Локализация баркодов

При локализации QR-кодов изображение, полученное при помощи мобильного устройства, преобразуется в полутоновое, далее применяется метод адаптивной пороговой обработки (adapting thresholding) [9], который показал большую эффективность, чем метод Отсу [10].

К полученному бинарному изображению применяются операции подавления световой структуры, морфологического открытия и удаления объектов содержащих небольшое количество точек.

Поиск паттернов определения положения может быть проведен различными методами [11 – 13]. В данной работе поиск осуществляется с помощью разбиения объектов изображения на кластеры по минимальному расстоянию между центрами масс объектов. Далее определяется порядок следования паттернов положения (рис. 3).

Исправление геометрических ошибок

Следующим этапом является анализ искажений и вычисление преобразования для их устранения. Более подробно это описано в [14].

Далее локализованный QR-код (рис. 4) декодируется.

Локализация кодов Datamatrix базируется на использовании преобразования Хафа для нахождения L-образной границы паттерна поиска. Далее проводится анализ искажений и построение преобразования для их устранения.

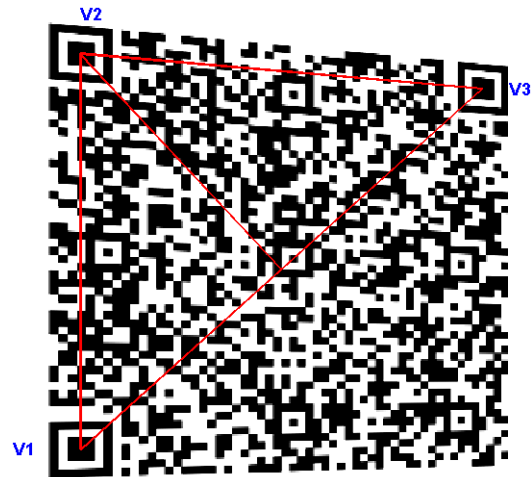


Рис. 3. Результат поиска паттернов положения QR-кода



Рис. 4. Локализованный QR-код

Для сравнения стабилизированной области кода с эталонным выполняется корреляция зоны 50x50 в центре кода, так как там присутствуют наименьшие геометрические искажения после трансформации изображения. Сравнение изображений и графики корреляции на рис. 5.

Выводы

В данной статье были рассмотрены механизмы поиска, предварительной обработки и локализации баркодов; предложен оригинальный алгоритм локализации паттернов определения положения. Были также описаны основные этапы идентификации подлинности объектов.

Предложенная схема имеет ряд преимуществ:

- простота использования (используются общедоступные средства считывания: мобильные телефоны и цифровые фотокамеры);

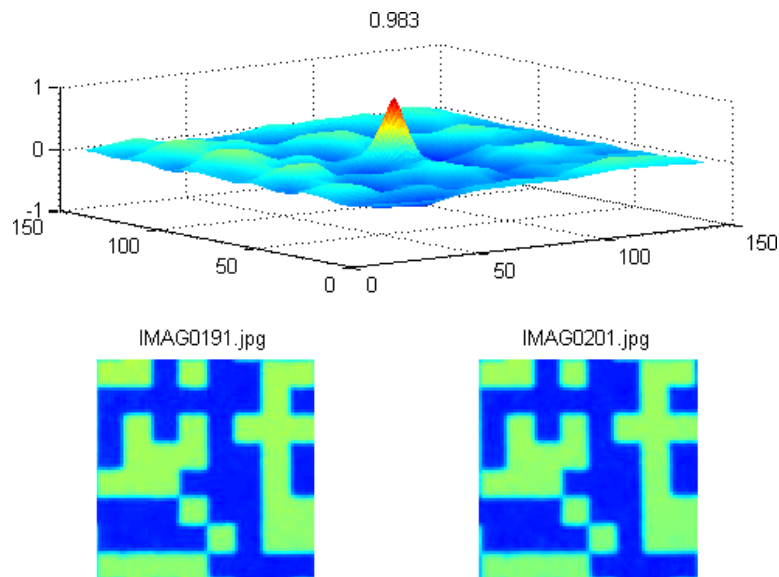


Рис. 5. Результат кореляції центральної зони кода з еталонним образцом

– низька стоимость изготовления маркировки (метки);

– гибкость в выборе материала (возможность нанесения метки как на упаковку, так и на сам продукт) и метода нанесения (использование полиграфических, лазерных или методов ударно-точечной маркировки).

В дальнейшем работа будет продолжена: будет рассмотрена проблема идентификации структуры материала и анализа микротекстур, а также будут разработаны эффективные алгоритмы поиска и сравнения с эталонными образцами.

Литература

1. *Authentication Technologies for Brand Protection [Электронный ресурс]* / Ed Dietrich, Tracy Garner, Tom Grace, Tom Worm. – National Electrical Manufacturers Association: Rosslyn, 2009. – 30 p. – Режим доступа: <http://www.nema.org/gov/anti-counterfeitin>. – 23.02.2012 г.

2. *Product Authentication Service of Consumer's mobile RFID Device [Text]* / Juhan Kim, Dooho Choi, Inseop Kim, Howon Kim // *Electron. & Telecommun. Res. Inst.: Daejeon* – 2006. – 6 p.

3. *From Identification to Authentication – A Review of RFID Product Authentication Techniques [Text]* / M. Lehtonen, T. Staake, F. Michahelles, E. Fleisch // *Workshop on RFID Security. – RFIDSec 06, 2006.* – 17 p.

4. *Patent US 2001/0047340 A1 Authenticity verification method and apparatus.* – Nov. 29, 2001.

5. *Lehtonen, M. How to Secure Supply Chains Against Counterfeit Products Using Low-Cost RFID*

[Text] / M. Lehtonen. – *MSC(TECH): Helsinki University of Technology*, 2009. – 203 p.

6. *Клименко, И.С. Голография структурных изображений и спекл-интерферометрии [Текст]* / И.С. Клименко. – М.: Наука, 1985. – 224 с.

7. *ISO/IEC 18004 Information technology – Automatic identification and data capture techniques – Bar code symbology. – QR Code. 2005.*

8. *ISO/IEC FCD 16022 Information technology – Automatic identification and data capture techniques – Data Matrix bar code symbology specification, 2005.*

9. *Bradley, D. Adaptive Thresholding Using the Integral Image [Text]* / D. Bradley, G. Roth // *ACM Journal of Graphics Tools.* – 2007. – Vol. 12, No. 2. – P. 13 – 21.

10. *Otsu, N. A threshold selection method from gray-level histograms [Text]* / N. Otsu // *IEEE Trans. Systems, Man and Cybernetics.* – 1979. – Vol. 9, no. 1. – P. 62 – 66.

11. *Gu, Y. QR Code Recognition Based On Image Processing [Text]* / Y. Gu, W. Zhang // *Information Science and Technology (ICIST), 2011 International Conference.* – P. 733 – 736.

12. *LIAO Zhao-lai. A Method of Image Analysis for QR Code Recognition [Text]* / LIAO Zhao-lai, HUANG Ting-lei, WANG Rui, ZHOU Xiao-yan // *Intelligent Computing and Integrated Systems (ICISS), 2010 International Conference.* – P. 250 – 253.

13. *Belussi, L.F.F. Fast QR Code Detection in Arbitrarily Acquired Images [Text]* / Luiz F. F. Belussi, Nina S. T. Hirata. – Department of Computer Science, Institute of Mathematics and Statistics, University of Sao Paulo. – Sao Paulo: Brazil, 2011. – 8 p.

14. *Wolberg, G. Digital Image Warping [Text]* / George Wolberg. – IEEE Computer Society Press Los Alamitos: California, 1992. – 324 p.

Поступила в редакцию 5.03.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Г.Ф. Кривуля, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна.

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ДОСТОВІРНОСТІ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ІНФОРМАЦІЇ У QUITE ZONE 2D БАРКОДІВ

О.О. Савков, С.О. Савков, В.В. Мороз

У даній статті розглядаються методи перевірки достовірності об'єктів на основі аналізу інформації quite zone 2d баркоду – структури поверхні матеріалу і його мікротекстури. Розглянуто механізми пошуку, попередньої обробки та локалізації баркодів. Запропоновано оригінальний алгоритм локалізації паттернів позиціонування. Описано основні етапи ідентифікації автентичності об'єктів. Наведено переваги запропонованої схеми і позначені перспективи подальшої роботи. Передбачається використання цих методів для швидкої перевірки достовірності об'єктів за допомогою мобільних пристроїв зчитування.

Ключові слова: перевірка достовірності, 2D баркод, QR-код, Datamatrix, quite zone.

AUTHENTICATION BASED ON THE ANALYSIS OF INFORMATION IN QUITE ZONE OF 2D BARCODE

A.A. Savkov, S.A. Savkov, V. V. Moroz

This article describes the authentication methods of objects based on the analysis of the information in quite zone of 2D barcode – the structure of the surface's material and its microtexture. Engines of search, preliminary processing and barcode localization are considered. The original algorithm of patterns localization of positioning is offered. The main stages of identification of objects authenticity are described. Advantages of the offered scheme are given and prospects of further work are designated. These methods are useful for rapid authentication of objects using mobile readers.

Keywords: authentication, 2D barcode, QR-code, Datamatrix, quite zone.

Савков Александр Александрович – аспірант кафедри «Вычислительная математика» Інститута математики, економіки і механіки Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова.

Савков Сергей Александрович – аспірант кафедри «Вычислительная математика» Інститута математики, економіки і механіки Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова.

Мороз Владимир Владимирович – канд. техн. наук, професор кафедри «Вычислительная математика» Інститута математики, економіки і механіки Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова.