

BADUROWICZ Marcin<sup>1</sup>

## Wykorzystanie kodów dwuwymiarowych i urządzeń mobilnych do identyfikacji produktów

*Kody dwuwymiarowe, kody matrycowe, urządzenia mobilne, identyfikacja*

### Streszczenie

*Kody dwuwymiarowe, będące rozwiniętą formą prostych kodów paskowych, stanowią następny krok w dziedzinie identyfikacji i śledzenia produktów oraz przesyłek. Udostępniając więcej informacji możliwych do zakodowania na niewielkiej powierzchni pozwalają na dokładniejsze opisanie konkretnego fizycznego obiektu.*

*W tym referacie znajdzie się omówienie wyglądu i sposobu wykorzystania najpopularniejszych standardów kodów 2D, zwłaszcza QR Code firmy Denso Wave oraz HCCB firmy Microsoft, możliwych informacjach jakie można kodować w geometrycznych wzorach kodów dwuwymiarowych oraz metodach połączenia tego z istniejącymi bazami danych.*

*Z uwagi na rosnącą popularność urządzeń mobilnych, zwłaszcza „inteligentnych” telefonów komórkowych, w referacie opisane jest wykorzystanie urządzeń typu „smartphone” do odczytu kodów dwuwymiarowych i sprzężenie tego z systemami bazodanowymi firmy do celów identyfikacji konkretnej sztuki produktu.*

### TWO-DIMENSIONAL BARCODES AND MOBILE DEVICES IN PRODUCT IDENTIFICATION

#### Abstract

*Two-dimensional barcodes, a heritage of popular bar codes, are next step in identification and tracking physical products and parcels. More information available when encoded on smaller (than on barcodes) area are allowing for more accurate description of current physical object.*

*In this paper there are description of appearance and usage of popular 2D codes, especially QR Code by Denso Wave and HCCB from Microsoft, as well as possible information which are encoded in 2D codes geometrical forms. Also, there is a description of how link physical codes with the information in company databases.*

*Because of growing popularity of mobile devices, especially “smartphones”, in this paper there is a description of usage of modern mobile phones for 2D codes recognition and reading data from company’s IT systems.*

#### 1. WSTĘP

Definicja kodu paskowego podawana jest przez ISO/IEC – jest to odczytywalny maszynowo sposób zapisu informacji zapisywanych w postaci kombinacji znaków, pasków, symboli, dobrze i źle odbijających światło na powierzchni obiektu. Jakość tych odbić może być odwzorowana na kody „0” oraz „1” [2].

Kody dwuwymiarowe znane również jako „kody macierzowe”, to drukowane znaki stworzone zazwyczaj z czarnych kwadratów ułożonych w dwuwymiarowy wzór, który to wzór może kodować pewne informacje (ciągi liczb), przekształcane następnie w odpowiedni sposób w systemach informatycznych. Jeden z najpopularniejszych standardów, QR-Code (Quick Response Code), wprowadzony został przez spółkę-córkę Toyoty, firmę Denso Wave, w 1994 roku. Obecnie jest powszechnie używany do kodowania informacji i jest odczytywalny przez urządzenia mobilne wyposażone w odpowiednie oprogramowanie, szeroko dostępne [1].

Urządzenia mobilne, telefony komórkowe, osobiste urządzenia typu PDA (osobisty asystent cyfrowy) oraz obecnie urządzenia klasy “smartphone” (pol. smartfon), począwszy od początków XXI wieku są wyposażane w aparat fotograficzny. Nawet niska rozdzielczość wczesnych telefonów była wystarczająca do odczytu kodów 2D, a współczesne telefony posiadają aparaty o rozdzielczości o wiele większej. Ten artykuł skoncentruje się na ręcznych urządzeniach mobilnych, zwłaszcza tzw. smartfonach.

#### 2. KODY DWUWYMIAROWE

##### 2.1 QR Code

Kody QR wprowadzono początkowo w Japonii. Później, dokumenty dotyczące standardu zostały upublicznione i kody tego typu mogą być wykorzystywane bez opłat i bez obaw o pozwy patentowe. W drodze modyfikacji standardu wprowadzono możliwość przechowywania różnych typów informacji. Podstawowym jednak celem było stworzenie symbolu, który będzie łatwo rozpoznawalny – zarówno przez maszyny, jak i przez ludzi, aby wiedzieli co uczynić z takim symbolem [1].

Kody dwuwymiarowe zawierają informacje zakodowane poprzez ułożenie czarnych i białych pól w dwuwymiarowej siatce, co pozwala na przechowywanie zdecydowanie większej ilości informacji niż kod paskowy. Denso Wave w swoich

<sup>1</sup>Politechnika Lubelska, Instytut Informatyki, Nadbystrzycka 36B, 20-618 Lublin, e-mail: m.badurowicz@pollub.pl

materiałach twierdzi, że kody QR mogą przechowywać aż do 20% więcej informacji niż inne systemy kodów dwuwymiarowych. Maksymalna pojemność kodu wynosi około 2953 bajtów [6]. W przypadku tylko identyfikacji pojedynczej sztuki produktu oczywiście taka pojemność jest zbyt wielka jak na prosty numer identyfikacyjny, ale modyfikacje standardu pozwoliły na przechowywanie numerów telefonów, adresów internetowych, czy wizytówek vCard. Na rysunku 1 przedstawiono kod QR demonstrujący zakodowane informacje tekstowe – nazwisko autora niniejszego referatu i nazwę konferencji.



Rys.1. Przykładowy kod QR zawierający nazwisko autora referatu

W odróżnieniu od kodów paskowych, kody QR posiadają mechanizmy korekcji błędów. Zgodnie z materiałami autorów maksymalny poziom korekcji wynosi 30%, co pozwala na odczyt kodu nawet kiedy jest częściowo zniszczony, brudny lub niewidoczny [5]. Kody dodatkowo mogą być zdekodowane niezależnie od orientacji, fotografia kodu o dowolnym obrocie pozwala już na jego odczyt.

### 2.2 Kod HCCB

Kody HCCB (High Capacity Color Barcode), zgodnie z nazwą, są kodami o wysokiej pojemności oraz są – w odróżnieniu od innych standardów – kolorowe. Kolor jest jednak elementem opcjonalnym, jednak zapewnia dodatkowe możliwości ich wykorzystania.

Kody HCCB najczęściej spotyka się w postaci implementacji „Microsoft Tag” i zostały opracowane w laboratoriach firmy Microsoft. Składają się z wielokolorowych trójkątów, które to kodują identyfikator. Identyfikator jest wykorzystywany do połączenia się z odpowiednią stroną internetową i pobrania informacji powiązanej z kodem z niej, zamiast umieszczać informację bezpośrednio w kodzie. Z tego też powodu kody tego rodzaju nie sprawdzają się w sytuacji, kiedy odbiorca kodu nie dysponuje dostępem do Internetu. Z drugiej jednak strony, konieczność połączenia z dostawcą danych dotyczących kodu pozwala na stworzenie statystyk częstości i popularności wykorzystania kodu [7].

Dodatkowo, kody HCCB są bardziej atrakcyjne graficznie i mogą być układane w formy graficzne oraz nakładane na rzeczywiste obrazy w taki sposób, że system rozpoznający kody dalej potrafi je odczytać, a zawierają elementy takie jak logo, czy obraz powiązany z produktem.

Z uwagi jednak na pierwszy problem, czyli powiązanie kodów Microsoft Tag z dostawcą usługi internetowej, kody tego standardu nie nadają się do wykorzystania w sytuacji pracownika mobilnego opisanego w rozdziale 3.3. Kody Microsoft Tag są również kodami drukowanymi w kolorze, co zdecydowanie zwiększa koszty ich wprowadzenia, np. nadrukowania na produktach.

### 2.3 Kod DataMatrix

Podobne w swoim wyglądzie do kodów QR kody DataMatrix stworzone przez firmę International Data Matrix Inc, a obecnie będące standardami ISO/IEC, są kolejnymi popularnymi kodami wykorzystywanymi do zapisu informacji. Amerykański Departament Obrony wykorzystuje je do znakowania niektórych komponentów broni i ich części, a Electronic Industries Alliance zaleca DataMatrix do oznaczania małych komponentów elektronicznych [3].

Zaletą kodów tego standardu jest bardzo wysoki stopień „upakowania” danych, gdzie do 50 bajtów może być zakodowane w symboli o wymiarach około 2 milimetrów kwadratowych. Także kody DataMatrix posiadają korekcję błędów, bardzo podobną w metodzie korekcji kodów QR.

## 3. WYKORZYSTANIE KODÓW

### 3.1 Odczyt kodu 2D

Kod dwuwymiarowy może być odczytany przez zrobienie zdjęcia kodu i zastosowanie odpowiedniego oprogramowania do optycznego rozpoznawania obrazu. Nie jest wymagany żaden specjalny czytnik, nie są też wymagane olbrzymie rozdzielczości obrazu. Kod może być też sfotografowany nawet nie cały, a tylko we fragmencie, ponieważ, jak wspomniano wcześniej, kody QR zawierają mechanizmy korekcji błędów.

To daje możliwość wykorzystania kodów do identyfikacji i znakowania produktów oraz rozpoznawania danych identyfikacyjnych w sytuacjach „w polu”, bez dostępu do nieco mniej popularnego sprzętu.

### 3.2 Identyfikacja produktów

Każdy produkt może mieć numer identyfikacyjny. Ta praktyka – w postaci kodów jednowymiarowych, kreskowych – jest popularna już dzisiaj. Numer identyfikacyjny w postaci kodu dwuwymiarowego jednak nie musi zawierać tylko i wyłącznie numeru danego produktu. Ze względu na wspomnianą w rozdziale 1 większą pojemność można założyć, że kod 2D przechowywać będzie nie tylko identyfikator, ale i dodatkowe informacje, jak data ważności, numer partii produkcyjnej itp.. O ile w przypadku standardowych kodów paskowych te informacje były do uzyskania tylko i wyłącznie z wykorzystaniem dostępu do bazy danych systemu informatycznego, tutaj dane te mogą być zawarte bezpośrednio w kodach, co daje możliwość dostępu do nich off-line, na przykład w scenariuszach mobilnych, gdzie nie zawsze zagwarantowana jest możliwość dostępu do Internetu. Kody QR, ze względu na to, że mogą być odczytywane także przez użytkownika, mogą także pełnić funkcję promocyjną, jak na rysunku 2.



Rys 2. Kod QR umieszczony na rzeczywistym produkcie

Unikalne numery identyfikacyjne mogą być nadawane nie tylko konkretnym partiom produktów czy ich rodzajom, ale bezproblemowo nawet każdemu produktowi do wewnętrznej identyfikacji w przedsiębiorstwie. Kody EAN-13 mogą identyfikować znacznie mniejszą ilość produktów, a dodatkowo kilka cyfr znaczących kodów EAN wykorzystywane jest na określenie m.in. kraju pochodzenia produktu. Z uwagi na dość dowolne wykorzystanie kodów QR dzięki braku organizacji standaryzacyjnych czy dokumentów patentowych, każde przedsiębiorstwo może wykorzystywać swój własny, unikalny schemat odczytu i zapisu danych w kodach 2D.

W przypadku transportu produktów kod dwuwymiarowy może mieć zapisane informacje dodatkowe na temat konkretnej przesyłki – nie tylko jej numer identyfikacyjny, ale także datę doręczenia, informacje o adresie nadawcy i odbiorcy i tym podobne. Osoby odpowiedzialne za transport przesyłki mogą odczytać takie informacje maszynowo korzystając tylko i wyłącznie z danych zawartych w samych kodach, bez konieczności dostępu do informatycznych baz danych.

### 3.3 Mobilny pracownik

Wspomniana wcześniej możliwość dostępu do informacji zapisanych w kodzie w trybie off-line, tj. bez połączenia z systemem bazodanowym gromadzącym informacje wiążące dany identyfikator z innymi informacjami jego dotyczącymi pozwala na wykorzystanie kodów 2D w sytuacji, kiedy pracownicy muszą uzyskiwać informacje o produkcie „w drodze”. Pomimo popularności mobilnych systemów dostępu do Internetu nadal zdarzają się „dziury” na terenie kraju, nie wspominając też o kosztach tego rozwiązania.

Dodatkową zaletą jest popularność i wszechobecność kodów dwuwymiarowych, zwłaszcza standardu QR. Oprogramowanie do odczytu takich kodów jest szeroko dostępne dla dowolnej platformy mobilnej, zwłaszcza dla wszelkiej maści telefonów, ale także i komputerów przenośnych. Nie ma konieczności posiadania laserowego czytnika kodów, a wystarczający jest aparat fotograficzny zamontowany w telefonie. Cyfrowe aparaty fotograficzne w telefonach zaczęły pojawiać się już około 10 lat temu, i przeszły od rozdzielczości 0,3 megapiksela do aż 12 megapikseli, co z nawiązką wystarcza do zastosowań takich jak odczyt kodu. Od pewnego czasu wszystkie praktycznie telefony ze średniej oraz wysokiej półki – a także i wiele najtańszych – dysponuje aparatami fotograficznymi. Spora część ze sprzedawanych telefonów dysponuje też jakimś rodzajem platformy do instalowania dodatkowych aplikacji – od prostych modeli z technologią J2ME, aż do tzw. smartfonów z systemami operacyjnymi iOS, Android czy Windows Phone.

Biblioteki do optycznego rozpoznawania danych zakodowanych w kodach 2D oraz do tworzenia kodów jako takich są szeroko dostępne, gdzie pewna część także na wolnych licencjach, dla różnych platform i z możliwościami rozpoznawania

kodów w różnorodnych standardach [8]. Wykorzystanie tego typu komponentów, oraz otwartych platform dla urządzeń mobilnych, daje możliwość szybkiego stworzenia odpowiedniej aplikacji dla pracownika w scenariuszu mobilnym. Dodatkowo, wykorzystanie kodów daje możliwość wprowadzania danych przez pracownika do telefonu bez fizycznego podawania długich ciągów identyfikacyjnych, co zwiększa efektywność pracy.

### 3.4 Wdrożenie kodów 2D

Wdrożenie systemu do obsługi kodów dwuwymiarowych winno być wprowadzone w dwóch miejscach – niezbędne jest wyposażenie pracowników w narzędzia lub aplikacje do odczytu kodów, co – jak zauważono wcześniej – nie jest zadaniem zbyt skomplikowanym. Przy wykorzystaniu istniejących już platform mobilnych, zwłaszcza klasy smartphones, już obecnie tworzone są systemy udostępniające pracownikom bazy danych z dostępem poza siedzibą firmy. Dodanie możliwości odczytu kodu dwuwymiarowego nie jest bardzo skomplikowane przy użyciu gotowych komponentów firm trzecich lub tworzonych przez środowisko wolnego i otwartego oprogramowania.

Po przygotowaniu i przeszkoleniu pracowników do odczytu kodów niezbędne staje się już „okodowanie” wszystkich produktów. Wewnętrzna firmowa aplikacja, która już obecnie zajmuje się drukowaniem etykiet naklejanych na produkty musi zostać rozbudowana, ale znów gotowe są komponenty do tworzenia kodów na podstawie przekazanych informacji. Największym problemem staje się zdecydowanie jakie informacje znajdują się w kodzie, do jakich powinni mieć dostęp pracownicy, czy dostęp powinien być tylko zdalny, czy też kody powinny przechowywać informacje „same”, bez udziału zewnętrznej bazy danych.

Warto zwrócić też uwagę na bezpieczeństwo, jako, że kod QR jest popularnym standardem, dane mogą zostać odczytane przez dowolną osobę, która dysponuje nowoczesnym telefonem komórkowym, co wprowadza konieczność neumieszczania wewnątrz kodu wrażliwych informacji.

## 4. WNIOSKI

Kody dwuwymiarowe są efektywną metodą przechowywania informacji, mogą być umieszczane na produktach rzeczywistych. Kody są odczytywalne przez aplikacje wbudowane w telefony komórkowe wyposażone w dowolne aparaty fotograficzne, co zmniejsza koszty ich wdrożenia. Kody mogą zawierać informacje wiążące produkt z firmową bazą danych lub mogą zawierać tylko informacje o produkcie bez konieczności dostępu zdalnego. To daje możliwość opisanie produktów, paczek, transportów, w sposób czytelny dla maszyn i zmniejszyć pracochłonność przepisywania i zapisywania informacji ręcznie. Większość standardów kodów jest dostępna w sposób jawny i otwarty, co daje możliwość ich wykorzystania bez umów patentowych i dodatkowych opłat.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- [1] Borko F: *Handbook of Augmented Reality*, Springer (2011), s. 341.
- [2] Kato H., Tan K., Chai D.: *Barcodes for Mobile Devices*, Cambridge University Press, 2010.
- [3] Stevenson R.: *Laser Marking Matrix Codes on PCBs*, Printed Circuit Design and Manufacture (12/2005).
- [4] Weir M.: *QR Codes & Mobile Marketing for the Small Business Owner*, CreateSpace 2010.
- [5] About QR Code [online], <http://www.denso-wave.com/qr-code/aboutqr-e.html> [dostęp 23 listopada 2011].
- [6] BS ISO/IEC 18004:2006. *Information technology. Automatic identification and data capture techniques. Bar code symbology. QR code*. Geneva: ISO/IEC, 2000, p. 114.
- [7] Microsoft Research: *High Capacity Color Barcode Technology* [online], <http://research.microsoft.com/en-us/projects/hccb/about.aspx> [dostęp 30 stycznia 2012].
- [8] ZXing: [online] <http://code.google.com/p/zxing/> [dostęp 30 stycznia 2012].