

Andrzej BARCZAK, Dariusz ZACHARCZUK
Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny, Instytut Informatyki

ZASTOSOWANIE QR CODE DO PRZECHOWYWANIA I WYMIANY DANYCH

Streszczenie. Artykuł dotyczy nowej technologii przechowywania i wymiany informacji jaką jest dwuwymiarowy kod QR Code. Opisane zostanie jego zastosowanie, cechy charakterystyczne, odmiany oraz sposób, w jaki przechowuje dane.

Słowa kluczowe: QR Code, Micro QR Code, Semapedia, Microsoft tag, Semacode, DataMatrix

THE USE OF QR CODE FOR STORING AND EXCHANGING DATA

Summary. The article concerns the new technology for storage and exchange information which two-dimensional QR Code. We will describe its use, characteristics, varieties and show how it stores data.

Keywords: QR Code, Micro QR Code, Semapedia, Microsoft tag, Semacode, DataMatrix

1. Ogólna charakterystyka QR Code i technologii pokrewnych

Kody kreskowe są powszechnie używane, a stały się popularne dzięki możliwości ich szybkiego i dokładnego odczytywania. Kiedy ich popularność rosła, rynek zaczął domagać się kodu umożliwiającego przechowywanie większej ilości informacji na mniejszej przestrzeni. Pojawiały się różne propozycje rozwiązania problemu, np.: zwiększenie liczby cyfr kodu kreskowego czy drukowanie kodów w postaci stosów jeden pod drugim (*stacked bar code*). Wiązało się to jednak z większymi kosztami wydruku. W 1994 roku japońska firma Denso-Wave¹

¹DENSO (<http://www.denso-wave.com>) – japońska firma specjalizująca się w produkcji i sprzedaży robotów przemysłowych, instrumentów automatycznego rozpoznawania, sterowników programowalnych i systemów związanych.

opracowała kod, którego głównym celem miało być łatwe i szybkie odczytywanie przez czytniki (np. podajniki taśmowe). Nazwano go kodem QR (ang. *Quick Response* znaczy tyle, co szybka reakcja, szybka odpowiedź). Był tworzony z myślą o wykorzystywaniu go głównie w przemyśle transportowym, a jego budowa pozwala na umieszczanie go na przedmiotach szybko przemieszczających się względem czytnika. QR Code jest kodem 2D, więc umożliwia odczyt danych w dwuwymiarowej perspektywie (pionowo i poziomo), dzięki czemu może przechowywać do kilku tysięcy razy więcej danych niż jest to możliwe w przypadku zwykłych kodów kreskowych. Ma on modułarną strukturę i jest stałowymiarowy. Ponieważ umożliwia kodowanie znaków Kanji²/Kana³, cieszy się wielkim zainteresowaniem właśnie w Japonii. Poza tym pozwala na zakodowanie treści w alfabetach: arabskim, greckim, hebrajskim lub cyrylicy. Bardziej szczegółowo przyjrzymy się temu rozwiązaniu w dalszej części artykułu.

Na rynku istnieje także kilka innych, podobnych technologii. Rysunek 1. przedstawia reprezentacje graficzne kodów innych producentów w porównaniu z omawianym.



Rys. 1. Graficzna prezentacja różnych kodów 2D. Od lewej: QR Code, DataMatrix, Microsoft Tag
 Fig. 1. Graphic presentation of the various 2D codes. From left: QR Code, DataMatrix, Microsoft Tag

DataMatrix w odróżnieniu od QR jest kodem o zmiennej długości. Opracowany został także w latach dziewięćdziesiątych przez firmę Robotic Vision Systems. Składa się z kwadratowych modułów (czarnych i białych kropek reprezentujących bity odpowiednio 1 i 0 lub odwrotnie w zależności od sytuacji) umieszczonych w środku, a zewnętrzną warstwę, ramkę w kształcie litery „L” oraz dwóch innych warstw zawierających na przemian ciemne i jasne moduły stanowi wzorzec wyszukiwania. Kształt kodu może być zarówno kwadratowy, jak i prostokątny. Ilość danych – możliwa do przechowywania w tej technologii – to ok 2KB (w zależności od wielkości samego kodu). ECC200 jest najnowszą wersją DataMatrix, która posiada algorytm korekcji błędów, umożliwiające odczytanie informacji nawet przy częściowo nieczytelnym kodzie. Kod w tej wersji można rozpoznać po module w kolorze tła, w górnym, prawym rogu. DataMatrix znany jest także pod nazwą systemu Semacode. Nazwa ta związana jest głównie z przemysłem aplikacji do urządzeń mobilnych, a idea polega na

²Kanji – znaki logograficzne chińskiego pochodzenia, które wraz z sylabariuszami hiragana, katakana, cyframi arabskimi oraz alfabetem łacińskim stanowią element pisma japońskiego, źródło <http://pl.wikipedia.org/wiki/Kanji>

³Kana – wspólna nazwa japońskich pism sylabicznych, na które składają się dwa sylabariusze: hiragana i katakana, źródło [http://pl.wikipedia.org/wiki/Kana_\(pismo\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kana_(pismo))

oznakowaniu rzeczywistych obiektów semakodami i odczytywaniu ich za pomocą np. telefonów komórkowych, wyposażonych w aparat fotograficzny. Semacode zazwyczaj zawiera link do strony WWW, na której użytkownik może znaleźć podstawowe informacje nt. oznakowanego obiektu. Z uwagi na zalety tej konkretnej technologii, organizacja GS1 (*Global Standards*)⁴ wprowadziła ją do swojego systemu standardów. Wadą DataMatrix jest to, że dokumentacja nt. procesu kodowania danych jest dostępna za opłatą na stronach ISO (*International Organisation for Standardization*)⁵, mimo że sama technologia i jej używanie są całkowicie bezpłatne. Ciekawostką może być fakt, że firma Intel używa właśnie DataMatrix do oznaczeń procesorów Pentium 4.

Trzecim z kolei zaprezentowanym przykładem jest opracowany przez Microsoft Research system kodów kreskowych 2D, który różni się od poprzedników tym, że należy do grupy kodów kolorowych w technologii HCCB (*High Capacity Color Barcode*). Całość składa się z siatki trójkątów o wymiarach 5 wierszy na 10 kolumn w kolorach: żółtym, różowym, błękitnym i czarnym. Nie jest to jednak ścisła reguła. Tagi te są w pełni konfigurowalne, można je tworzyć także w czerni i bieli, można używać innych modułów niż w standardowym kodzie (patrz rys. 2).



Rys. 2. Przykłady Microsoft Custom Tags
Fig. 2. Examples of Microsoft Custom Tags

Microsoft daje nawet możliwość tworzenia kodów w Power Poincie, jest to możliwe, gdyż ta technologia tagów wykorzystuje system back-end, za pomocą którego jest możliwy dostęp do informacji (rozwiązanie niespotykane w żadnym innym przypadku). Dzięki takiej architekturze można dynamicznie zmieniać dane reprezentowane przez utworzony kod, co czyni dany tag możliwym do ponownego użycia, np. w następnej kampanii reklamowej. W odróżnieniu od innych kodów to rozwiązanie jest tworzone z myślą o świecie, który otacza nas na co dzień: reklamy, plakaty, produkty, strony WWW, odzież itd. Wady? Ponieważ producentem jest Microsoft, to używanie tych kodów jest darmowe tylko przez kilka lat, po pewnym okresie (jak zapowiada sam producent) używanie ich będzie wiązało się z opłatą. Ponadto, zarówno QR Code, a także DataMatrix są technologiami autonomicznymi – rozwiązanie Microsoftu takim nie jest, aby odczytywać informacje potrzebna jest komunikacja z zewnętrznym systemem back-end.





Z powodu wymienionych wad obu powyższych technologii oraz przewagi widocznej w tabeli 1, która krótko charakteryzuje główne cechy typowych kodów dwuwymiarowych, szczegółowo omówiony zostanie tytułowy QR Code.

⁴<http://www.gs1uk.org>

⁵<http://www.iso.org>

Tabela 1

Typowe kody 2D

		QR Code	PDF417	DataMatrix	Maxi Code
Reprezentacja graficzna					
Wynalazca (kraj)		DENSO (Japonia)	Symbol Technologies (USA)	RVS (USA)	UPS (USA)
Typ		Matrix	Stacked Bar Code	Matrix	Matrix
Pojemność danych	numerycznych	7089	2710	3116	138
	alfanumerycznych	4296	1850	2355	93
	Binarnych 8 bitów	2953	1018	1556	-
	Kanji	1817	554	778	-
Główne cechy		Duża pojemność, mały obszar drukowania, szybkość odczytu	Duża pojemność	Mały obszar drukowania	Szybkość odczytu
Główny obszar użycia		wszędzie	OA	FA	Logistyka
Standardy		AIM International ⁶ , JIS ⁷ , ISO	AIM International, ISO	AIM International, ISO	AIM International, ISO

2. Szczegółowy opis QR Code

Specyfikacja kodu QR została ujawniona przez producenta, a prawo patentowe nie jest wykonywane. W 2000 roku organizacja ISO utworzyła standard dla tej technologii, a jej opis dostępny jest pod numerem ISO/IEC 18004.

W tabeli 1 pierwszą z wymienionych, głównych cech jest pojemność. Duża liczba przechowywanych danych jest możliwa dzięki dwóm wymiarom kodu. Kodowanie danych w poziomie i pionie powoduje także, iż obszar drukowania jest minimalny. Na rys. 3 przedstawiono dwie główne zalety QR Code. Warto nadmienić, że omawiany typ kodu może być odczytywany pod każdym kątem. Czytniki ustalają odpowiednią pozycję kodu na podstawie trzech rogów, w których znajdują się detektory wzoru (*position detection patterns*). Gwarantuje to stałą szybkość odczytu oraz niweluje negatywne interferencje pochodzące z tła, na którym umieszczono znacznik.

⁶ Association for Automatic Identification and Mobility: <http://www.aimglobal.org>

⁷ Japanese Industrial Standards: http://www.jsa.or.jp/default_english.asp



Rys. 3. Najważniejsze zalety QR Code: a) duża pojemność kodowania - zakodowanie 300 znaków alfanumerycznych oraz b) mały obszar drukowania - porównanie wielkości przy kodowaniu tej samej informacji

Fig. 3. Most important advantages of QR Code: a) high capacity encoding data - encoded 300 alphanumeric characters and b) small printout area - compare the size of barcodes with encoded the same information

Kolejną interesującą właściwością jest podział kodu na mniejsze segmenty danych. Specyfika tej technologii umożliwia zapis dużego bloku w postaci nawet 16 mniejszych symboli, które po odczytaniu (jeśli skaner obsługuje taką funkcjonalność) są złączane w odpowiedniej kolejności i prezentowane jako całość – informacja jest identyczna jak ta, którą zawiera jeden duży symbol. Maksymalna wielkość kodu to 177 na 177 modułów (graficzna reprezentacja budowy QR Code – patrz rys. 4), a minimalna 21 na 21, przy czym zmiana wielkości może się odbywać co 4 moduły na stronę. Wielkość kodu jest ściśle związana z jego wersją i tak kod w wersji 1 ma 21 modułów, w wersji 2 – 25 modułów ... w wersji 40 – 177 modułów.

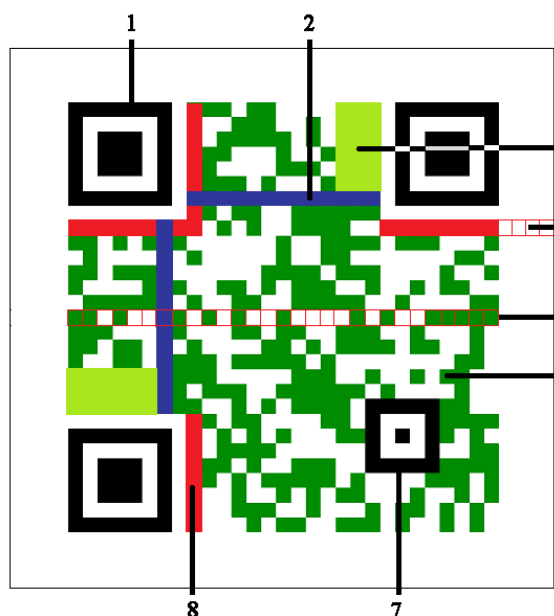
Poza wersją jest jeszcze poziom (*Level*) korekcji błędów (przywracanie danych) ECC (*Error Correction Capability*):

- Level L – pozwala na przywrócenie ok 7% słów kodowych.
- Level M – pozwala na przywrócenie ok 15% słów kodowych.
- Level Q – pozwala na przywrócenie ok 25% słów kodowych.
- Level H – pozwala na przywrócenie ok 30% słów kodowych.

Słowo kodowe (*codeword*) jest jednostką, która buduje obszar danych. Jedno słowo kodowe kodu QR jest równoznaczne z 8 bitami danych. Oczywiście im wyższy stopień przywracania, tym możemy przechowywać mniej faktycznych informacji. Funkcjonalność przywracania danych realizowana jest przez matematyczną metodę korekcji błędów RS (*Reed-Solomon*), tą samą która służy do korekcji danych, np. na płytach audio CD. Docelowo algorytm był projektowany jako środek chroniący komunikację z satelitami przed zakłóceniami komunikacyjnymi. Naprawia on błędy na poziomie bajtów i nadaje się do odzyskiwania danych.

Mając podstawowe informacje o budowie i możliwościach QR Code, jak zdecydować której jego wersji użyć? Oto przykład: zakładając, że mamy 100 liczb, ustawiamy typ danych jako numeryczny (*numeric*). Następnie wybieramy poziom korekcji błędów i znajdujemy maksymalną wartość danych, jakie może pomieścić dana wersja (większą niż 100, ale jak najbliższą tej wartości) przy określonym ECC. Jeśli założymy poziom M, to najlepszym wyj-

ściem jest kod w wersji 3 (29x29)⁸. Po sprecyzowaniu wersji faktyczny rozmiar kodu zależy od wielkości (mm) pojedynczego modułu. Im większy rozmiar, tym łatwiejsze i precyzyjniejsze będą odczyty. Zaleca się, aby wydruk zajmował maksymalną wyznaczoną powierzchnię.



1. Detektor wzoru (*finder pattern, position detection pattern*) – identyfikuje QR Code.
2. Wzór synchronizacji (*timing pattern*) – dwie linie o szerokości 1 modułu, jedna pionowa druga pozioma, zbudowane są z naprzemiennie występujących ciemnych i jasnych punktów, dzięki nim możliwe jest ustalenie wersji, współrzędnych oraz gęstości kodu.
3. Informacja o wersji wzoru.
4. Strefa ciszy (*quiet zone*) – margines o szerokości 4 modułów.
5. Szerokość 29 modułów oznacza, iż jest to wersja 3 QR Code.
6. Dane.
7. Znacznik wyrównania – używany przy korygowaniu pochylenia.
8. Informacja o formacie.

Rys. 4. Budowa QR Code
Fig. 4. Construction of QR Code

2.1. Micro QR Code

Jak na Japończyków przysiało, zaprojektowano też mikrowersję omawianego kodu, nazywaną po prostu Micro QR Code. Wersja ta powstała z myślą o aplikacjach, które nie są w stanie skanować dużych powierzchni i nie mogą przetwarzać dużych ilości danych. Służą zazwyczaj do zakodowania identyfikatora, np. dla części elektronicznych. Wydajność kodowania danych została zwiększona przez użycie tylko jednego detektora wzoru. Ten wariant QR kodu posiada także kilka wersji – szczegóły przedstawia tabela 2.

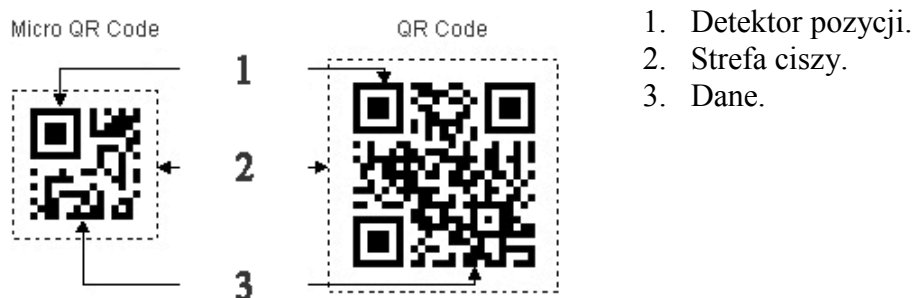
Tabela 2

Maksymalna pojemność danych dla każdej wersji Micro QR Code

Symbol wersji	Liczba modułów	ECC	Dane			
			numeryczne	alfanumeryczne	binarne	kanji
M1	11	-	5	-	-	-
M2	13	L	10	6	-	-
		M	8	5	-	-
M3	15	L	23	14	9	6
		M	18	11	7	4
M4	17	L	35	21	15	9
		M	30	18	13	8
		Q	21	13	9	5

⁸Tabela z podziałem na wersje z informacją o maksymalnej pojemności przy danym poziomie ECC znajduje się na stronie <http://www.denso-wave.com/qrcode/vertable1-e.html>

Przykład graficzny porównujący oba warianty kodu przedstawia rys. 5.



Rys. 5. Porównanie Micro QR Code i QR Code
Fig. 5. Micro QR Code versus QR Code

Dużą zaletą tej mikrowersji jest fakt, iż wydajność kodowania jest tak dobra, że wzrost informacji praktycznie nie powoduje znacząco zwiększenia wielkości symbolu. Wadą jest to, że nawet w najwyższej wersji M4 nie jest ona w stanie osiągnąć poziomu ilości informacji wersji 1 QR Code.

BIBLIOGRAFIA

1. Oficjalna strona poświęcona QR Code: <http://www.qrcode.com/>.
2. Wikipedia o QR Code: http://pl.wikipedia.org/wiki/QR_Code.
3. Generator kodu: <http://qrcode.kaywa.com/>.
4. Kaywa reader – czytnik kodu: <http://reader.kaywa.com/>.
5. Polska strona o QR Code: <http://qrcode.com.pl/>.
6. Oficjalna strona semacode: <http://semacode.com/>.
7. Oficjalna strona Microsoft Tag: <http://tag.microsoft.com>.
8. Strona informacyjna o QR Code firmy DENSO:
<http://www.denso-wave.com/qrcode/index-e.html>.
9. Dodatkowe informacje nt. kodów kreskowych:
<http://www.tec-it.com/en/support/knowledge/symbologies/datamatrix/Default.aspx>.

Recenzenci: Dr inż. Dariusz R. Augustyn
Dr inż. Robert Brzeski

Wpłynęło do Redakcji 17 stycznia 2011 r.

Abstract

The article describes the latest technology of two-dimensional bar codes, which appeared on the market not so long ago in 1994. Since then, several companies patented their solution. Fig. 1 can give a closer look at solutions of the leading innovators. These are the companies: DENSO (Japan), RVS (USA), UPS (USA) and their products are properly QR Code, Data-Matrix and MaxiCode. Major features are listed in Table 1.

Due to the best qualities of encoding data in more depth has been presented QR Code. Fig. 3 shows the visualization of the greatest things about this solution: high capacity and small size of the encoding symbol. The exact design of QR code is illustrated in Fig. 4. This 2D code technology is also found in the minimized version (Micro QR Code) and is used everywhere where the priority is the smallest as possible printing area and processing small quantities of data. Varieties of micro versions are listed in Table 2 and Fig. 5 presents a comparison of QR code and its micro variety.

Adresy

Andrzej BARCZAK: Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny, Instytut Informatyki,
ul. 3 Maja 54, 08-110 Siedlce, Polska, abarczak@uph.edu.pl.

Dariusz ZACHARCZUK: Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny, Instytut Informatyki,
ul. 3 Maja 54, 08-110 Siedlce, Polska, dzariusz@dzariusz.pl.