

MARCIN BADUROWICZ¹

Wydział Elektrotechniki i Informatyki
Politechnika Lubelska

Wykorzystanie kodów dwuwymiarowych w zarządzaniu dokumentami

1. Wstęp

W artykule zaprezentowano wykorzystanie kodów dwuwymiarowych (kodów 2D) w postaci tzw. kodów QR w systemach zarządzania i obiegu dokumentów. Kody umieszczane na fizycznych nośnikach mogą być rozpoznawane przez systemy informatyczne oraz z wykorzystaniem urządzeń mobilnych do identyfikacji dokumentu lub udostępniania dodatkowych informacji w dokumentach papierowych. W zamyśle autora zaprezentowane mechanizmy mogą być zastosowane m.in. także w jednostkach administracji publicznej, czemu będzie poświęcone niniejsze opracowanie.

2. Kody dwuwymiarowe

Kody dwuwymiarowe, będące rozwiniętą formą kodów paskowych stosowanych na produktach codziennego użytku, stanowią następny krok w dziedzinie identyfikacji produktów. W szczególności można je zastosować do identyfikacji dokumentów w systemach obiegu dokumentów lub w dokumentach papierowych. Jednym z najpowszechniej używanych standardów kodów 2D są kody QR

¹ Uczestnik projektu „Kwalifikacje dla rynku pracy – Politechnika Lubelska przyjazna dla pracodawcy”, współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

(*Quick response code – QR Code*). Dokumenty dotyczące tego standardu mogą być wykorzystywane bez opłat patentowych, obecnie jako standard ISO/IEC 18004:2006 oraz japoński standard JIS X 0510.

Pozwoliło to na szerokie wykorzystanie tego standardu. W materiałach japońskiej firmy Denso Wave, autora kodów QR, stwierdzono, że możliwe jest przechowywanie do 2953 bajtów informacji w pojedynczym kodzie, o 20% więcej niż w innych systemach kodów dwuwymiarowych², co pozwala na przechowywanie dość dużych informacji. Oczywiście, wraz ze wzrostem liczby danych w kodzie wzrasta również fizyczny rozmiar kodu, więc w przypadku niektórych zastosowań niezbędne będzie znalezienie odpowiedniej proporcji. Kody są przeznaczone do odczytu niezależnie od kąta obrotu oraz wyposażone w dane nadmiarowe, co pozwala na odczyt kodu również wówczas, kiedy jest częściowo nieczytelny, zabrudzony lub uszkodzony w inny sposób.

Późniejsze modyfikacje standardu pozwoliły na ustanowienie dokładnych typów informacji przechowywanych w kodzie, takich jak adresy URL, adresy e-mail, numery telefonów czy też całe wizytówki vCard³, a oprogramowanie mogło podjąć odpowiednią akcję w zależności od zdefiniowanego typu informacji.

Oprogramowanie do generowania i odczytu kodów jest powszechnie dostępne, począwszy od telefonów komórkowych, w których jest wbudowywane coraz częściej bezpośrednio w system operacyjny (jednym z przykładów może być wbudowana w system aplikacja Bing Vision na platformie Windows Phone), lub udostępniane darmowo w popularnych sklepach z aplikacjami do urządzeń mobilnych. Dostępne jest oczywiście również oprogramowanie do systemów operacyjnych do komputerów PC lub do urządzeń wbudowanych, kody mogą być więc wykorzystane nie tylko w coraz szerszej grupie urządzeń mobilnych, ale także w olbrzymiej liczbie zwykłych maszyn dostępnych w biurach i urzędach⁴.

Dostępne są również biblioteki programistyczne przeznaczone do odczytu i budowy kodów dwuwymiarowych. Jednym z ciekawszych rozwiązań jest wykorzystanie biblioteki ZXing⁵, oryginalnie przygotowanej dla platformy Java,

² K. Tai-Wei, T. Chig-Hung, M. Chen, *QR Code Based Augmented Reality Applications*, w: *Handbook of Augmented Reality*, red. B. Furth, Springer, New York 2011, s. 341.

³ ISO/IEC 18004:2006, *Information technology. Automatic identification and data capture techniques. Bar code symbology. QR code*, Geneva 2000, s. 114.

⁴ M. Weir, *QR Codes & Mobile Marketing for the Small Business Owner*, CreateSpace, 2010.

⁵ <http://code.google.com/p/zxing> (data odczytu 21.11.2013).

ale posiadającej także m.in. port dla języka C# i platformy .NET, języka C++ (i bibliotek Qt) czy wersji dla coraz popularniejszego języka Objective-C do urządzeń iPhone. Biblioteka ta jest dostępna na licencji Apache 2.0 jako projekt o otwartym kodzie źródłowym, co pozwala na jej wykorzystanie w produktach komercyjnych i niekomercyjnych bez specjalnych ograniczeń.

Z uwagi na to, że standard kodów, a także dostępne do jego obsługi biblioteki programistyczne są wielokrotnie produktami otwartymi, dostępnymi bez opłat licencyjnych, rozwiązanie wydaje się możliwe do zastosowania nie tylko w produktach komercyjnych na rynku, ale również w jednostkach administracji publicznej, korzystających zarówno z dostępnego oprogramowania komercyjnego, jak i z tworzonych na własne potrzeby.

3. Kody dwuwymiarowe w dokumentach papierowych

W systemach obiegu dokumentów często dochodzi do sytuacji, kiedy pojawia się dokument papierowy, który musi być opisany metadanymi dotyczącymi dokumentu, takimi jak: tytuł, data przyjęcia do systemu i oryginalne autorstwo. Opisanie dokumentu wymaga od osoby wprowadzającej go do systemu pracy, która pozostaje trudna do zautomatyzowania. Autor nie potrafi tutaj określić, czy jednostki administracji publicznej korzystają z systemów obiegu dokumentów oraz w jakim stopniu to czynią, ale oczywisty jest fakt, że oprogramowanie przeznaczone do urzędów jest dostępne na rynku i następuje jego wdrażanie. Oczywiście, do opisu dokumentu można wykorzystać oprogramowanie OCR, jednak z uwagi na rozbudowaną strukturę dokumentów i przede wszystkim ich różnorodność, nawet w obrębie poszczególnych typów, nie zawsze będzie to rozwiązanie uniwersalne.

W tym momencie rozważań można zwrócić uwagę na inną formę przechowywania danych, która spełni kilka dodatkowych warunków:

- 1) pozwoli przechowywać taką ilość danych, aby możliwe było przekazanie niezbędnych dla dokumentu metadanych;
- 2) nie będzie zajmować zbyt wiele miejsca na papierowym dokumencie;
- 3) będzie mogła być generowana automatycznie z załączonych metadanych dokumentu elektronicznego;
- 4) nie będzie rozpraszać użytkownika.

Kody dwuwymiarowe – ze względu na swoją pojemność (w odpowiednich wersjach) – spełniają pierwszy warunek. Aby przekazać dane takie jak tytuł,

autorstwo dokumentu, data wygenerowania, znaczniki (tagi) lub komentarze można przykładowo zastosować kody dwuwymiarowe o rozmiarze 4 pikseli na moduł, w tzw. wersji 6 (41 x 41 modułów) z korekcją błędów na poziomie L (do 7%), obsługujące do 134 bajtów. Z uwagi na ich wielkość, która może być odczytana już przy wymiarach poniżej 5 x 5 cm, spełniają również warunek drugi.



Rysunek 1. Kod dwuwymiarowy zawierający informacje o dokumencie

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 1 znajduje się kod taki jak opisany powyżej (który koduje informacje o tytule, autorze i dacie wygenerowania). Zastosowano tutaj – dla przykładu i pokazania ogólnej koncepcji – format zbliżony do formatu vCard, czyli proste dane w postaci KLUCZ:WARTOŚĆ (odpowiednio pola TITLE, AUTHOR i DATE), rozdzielane znakami nowej linii. Format tego typu był prosty i uniwersalny, a także łatwy w implementacji, jednak możliwe jest zastąpienie go innymi formami transmisji danych pomiędzy systemami informatycznymi, jak np. JSON. Format XML niezbyt nadaje się do wykorzystania wewnątrz kodów QR z uwagi na jego dużą nadmiarowość opisu, a także niezbyt wielką pojemność kodów dwuwymiarowych jako takich.

Wybrano korekcję błędów na poziomie niskim z uwagi na fakt, że w przypadku dokumentu papierowego prawdopodobieństwo zniszczenia kodu jest niskie, a docelowym urządzeniem odczytującym będzie komputer wyposażony w skaner, a nie prosty aparat telefonu komórkowego, co pozwala na odczyt kodów także wygenerowanych w niższych rozdzielczościach.

Warunek trzeci również może być spełniony, nie następuje to jednak obecnie w automatyczny sposób – dostępne są generatory kodów, w tym także w postaci wtyczek do popularnych pakietów biurowych. Dodatkowo, w pakiecie Microsoft

Office w wersji 2013 dostępne jest nowe pole w schemacie WordprocessingML o nazwie DISPLAYBARCODE⁶, automatycznie wstawiające do dokumentu różne formy kodów kreskowych, w tym także standardowe kody QR zgodne z ISO/IEC 18004:2006. Implementacja proponowanego mechanizmu w pakiecie biurowym Microsoft Office może przyjąć postać wykorzystania pól DISPLAYBARCODE, dostępnych tylko w najnowszej wersji pakietu, lub możliwe jest stworzenie własnego dodatku za pomocą narzędzi Visual Studio Tools for Office, co pozwala na programowanie .NET, oraz za pomocą wspomnianej wcześniej bibliotek ZXing w wersji dla platformy .NET⁷. W tym artykule skupiono się na ogólnej koncepcji prezentacji metadanych w formie kodów kreskowych, jednak autor przewiduje stworzenie prototypowego rozszerzenia pakietu Office w przyszłości.

Warto tutaj zwrócić uwagę na fakt, że – zgodnie z rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 12 kwietnia 2012 r. w sprawie Krajowych Ram Interoperacyjności, minimalnych wymagań dla rejestrów publicznych i wymiany informacji w postaci elektronicznej oraz minimalnych wymagań dla systemów teleinformatycznych (Dz. U. z 2012 r. poz. 526) – Krajowe Ramy Interoperacyjności w celu wymiany zasobów informacyjnych przez podmioty realizujące zadania publiczne w przypadku danych zawierających dokumenty tekstowe lub tekstowo-graficzne dopuszczają nie tylko zamknięte formaty danych pakietu Microsoft Office, ale również otwarte formaty OpenDocument zdefiniowane w normie ISO/IEC 26300, będące natywnymi formatami wymiany danych programów LibreOffice oraz OpenOffice.org. Jest to również oprogramowanie wydawane na otwartej licencji, więc jego wykorzystanie w jednostkach administracji publicznej jest pożądane – z tego też powodu warto przemyśleć zbudowanie analogicznego systemu dostępnego nie tylko dla pakietu Microsoft Office, ale i alternatywnych do niego aplikacji.

Warunek czwarty oznacza, że metadane umieszczane na dokumencie papierowym i przeznaczone do systemów elektronicznych nie mogą ani zajmować zbyt wiele miejsca, ani zbyt rozpraszać odbiorcy końcowego przez mieszanie się z faktycznymi danymi. Kod QR, jako zwięzła forma ograniczona w widoczny sposób, również spełnia to założenie. Dodatkowo, nie jest on czytelny dla użytkownika bez specjalnego oprogramowania, przez co użytkownik nie jest dodatkowo absorbowany znajdującymi się tam informacjami.

⁶ <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh745901%28v=office.12%29.aspx> (data odczytu 18.11.2013).

⁷ <http://zxingnet.codeplex.com> (data odczytu 21.11.2013).

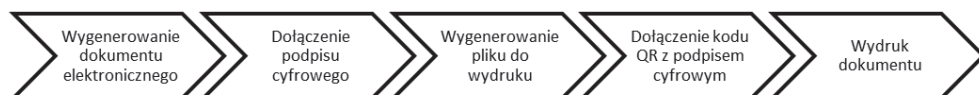
Warto jednak zauważyć, że generator kodów opartych na metadanych musi mimo wszystko mieć metadane, w przypadku pakietów biurowych niezbędne byłoby więc pamiętanie o wypełnianiu odpowiednich pól właściwości dokumentu.

3.1. Kody dwuwymiarowe jako nośnik informacji potwierdzających

Automatycznie generowane kody dwuwymiarowe mogą być również pomocne przy składaniu podpisów cyfrowych. Podpis cyfrowy zapewnia integralność stworzonego dokumentu i autentyczność jego pochodzenia, polityka wykorzystania podpisów cyfrowych jest coraz częściej stosowana i musi zostać oczywiście wcześniej opracowana⁸. W przypadku dokumentów elektronicznych podpis cyfrowy może być generowany automatycznie, jednak wraz z przeniesieniem dokumentu elektronicznego do formy papierowej traci się informacje z podpisu elektronicznego.

W koncepcji stworzonej przez autora kod dwuwymiarowy zapisany na dokumencie i generowany automatycznie w momencie podpisania tego dokumentu mógłby zawierać takie informacje, jak data i czas wygenerowania pliku oraz skrót kryptograficzny formy cyfrowej. Mogłoby to posłużyć do szybkiego sprawdzenia, z wykorzystaniem np. urządzenia mobilnego, czy dokument w wersji papierowej faktycznie pochodzi z odpowiedniego dokumentu elektronicznego.

Będzie to jednak wymagać zmodyfikowania formy publikowania i transmitowania dokumentów papierowych do odbiorców, dokument elektroniczny musiałby bowiem zostać podpisany cyfrowo przed jego wydrukiem, a w momencie zlecenia wydruku do dokumentu musiałby zostać dodany dopiero kod potwierdzający podpis – nie można tego uczynić w innej kolejności, bo spowodowałoby to cykliczną zależność kodu i podpisu cyfrowego. Przykładowy schemat działania mechanizmu generowania prezentuje schemat poniżej. Aplikacja przeznaczona do tego celu musiałaby integrować się albo z systemem obiegu dokumentów, albo z pakietem biurowym nadawcy.



Rysunek 2. Proces generowania kodów QR z podpisem cyfrowym

Źródło: opracowanie własne.

⁸ G. Kozieł, *Information security policy creating*, „Actual Problems of Economics” 2011, vol. 12 (126), s. 376–380.



Lublin, 20.11.2013

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Quisque mattis lacus justo, at consectetur libero euismod sed. Sed iaculis egestas dignissim. Nam sollicitudin ultricies hendrerit. Duis lobortis id nulla vitae tincidunt. Integer hendrerit semper mauris quis condimentum. Proin eros mi, viverra eget conmodo quis, accumsan et velit. Suspendisse non lobortis lectus. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Donec eu metus tempor, tristique tortor non, ultrices purus. Nunc eget elit a magna placerat egestas eu ac dolor. Nulla condimentum nisl sed blandit semper. Phasellus laoreet consequat facilisis. Suspendisse erat sapien, imperdiet sit amet justo ut, sodales posuere purus. Mauris ut adipiscing dui. Aenean sed lacinia metus, vel placerat risus.

Nullam ultricies dignissim lorem, ultrices placerat lacus rhoncus sed. Ut pulvinar felis libero, non rhoncus sem sodales eget. Nulla et orci diam. Etiam varius magna nisi, ut aliquet orci pretium sed. Fusce varius nunc justo. Nam consequat ultricies vehicula. Praesent vehicula lectus et urna scelerisque euismod. Fusce augue ligula, imperdiet eget dictum vitae, viverra et neque. Donec eget nibh mattis, congue augue ac, eleifend erat. Donec condimentum, est ac sodales egestas, nunc lectus blandit dolor, quis mollis mauris turpis ac est.

Phasellus in ligula at dolor elementum vestibulum. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Sed nec felis tellus. Donec luctus augue non consequat volutpat. Integer et purus non magna tempor viverra. Nulla feugiat libero tortor, eget bibendum elit hendrerit quis. Vivamus condimentum sem sit amet purus ultrices, ut pulvinar arcu gravida. Aenean vitae magna non nulla rhoncus ullamcorper. Donec ullamcorper ipsum vel eros convallis semper. Ut a adipiscing turpis. Nam et neque ut augue consequat gravida. Mauris ac tellus eu ipsum hendrerit cursus. Morbi ornare tincidunt nunc, in volutpat neque. Aenean nec dui at nulla condimentum lacinia eget nec diam. Duis eget ligula sollicitudin, aliquam nulla et, tempus orci.

Z poważaniem,

Jan Kowalski



Rysunek 3. Zeskanowany dokument papierowy wraz z dołączonym kodem QR potwierdzającym podpis cyfrowy

Źródło: opracowanie własne.

Rysunek 3 prezentuje przykładowy dokument elektroniczny po wydruku, zawierający potwierdzający go kod dwuwymiarowy z podpisem cyfrowym. W przedstawionym przykładzie wykorzystano podpisy cyfrowe na bazie platformy GnuPG – otwartego systemu zarządzania kluczami i obsługi kryptografii. Po zeskanowaniu takiego kodu za pomocą urządzenia mobilnego autor uzyskuje nieco ponad 100-bajtową sygnaturę PGP, która w połączeniu z dokumentem elektronicznym może potwierdzić czas i klucz (autorstwo) wygenerowanego dokumentu. Użyto tutaj kodu w wersji 9 (53 x 53 moduły) o wielkości 3 pikseli na moduł i fizycznym rozmiarze około 5 x 5 cm.

I znów, gdy mówimy o jednostkach administracji publicznej, należy odwołać się do wymogów systemów teleinformatycznych. Wspomniane Krajowe Ramy Interoperacyjności mówią o wykorzystaniu standardów XMLsig lub XAdES jako nośników podpisu elektronicznego w dokumentach (XAdES jest stosowany zgodnie z decyzją Komisji Europejskiej 2011/130/UE). Przedstawiony w rozwiązaniu

autora format oparty na GnuPG nie jest rozwiązaniem kwalifikowanego podpisu elektronicznego, przez co nie może zostać wykorzystany m.in. w jednostkach administracji publicznej. XMLsig i jego pochodna, XAdES, są – ze względu na to, że oparto je na XML – bardziej dostosowywalne, operując na danych XML, a nie na danych binarnych. Z uwagi jednak na „wielkość” formatu XML może być trudne zawarcie podpisu zgodnego z XMLsig w niewielkim formacie kodu dwuwymiarowego. Zastosowanie przedstawionej przez autora technologii w tego typu sytuacjach pozostaje sprawą otwartą i do rozważenia.

3.2. Kody dwuwymiarowe jako nośnik dodatkowych informacji

Ostatnią kwestią, o której warto wspomnieć, jest wykorzystanie kodów dwuwymiarowych do przenoszenia dodatkowych informacji. Jednym z popularnych zastosowań kodów jest oczywiście szybki dostęp do adresów URL zamiast ich mozolnego przepisywania, co jest istotne zwłaszcza w przypadku adresów wskazujących na pewne wewnętrzne źródła danych. Kody dwuwymiarowe w takim przypadku mogą być umieszczane na marginesach dokumentu, zapewniając odbiorcy szybszy dostęp do informacji umieszczonych na stronach WWW, zwłaszcza z wykorzystaniem urządzenia przenośnego.

Oprócz tego, możliwe jest również, jak wspomniano wcześniej, zamieszczanie w kodach danych wizytówek vCard⁹, co pozwala na przeniesienie wraz z dokumentem informacji o jego autorze, takich jak imię, nazwisko, numer telefonu oraz adres poczty elektronicznej, co może uprościć ewentualną komunikację zwrotną. Takie kody prezentujące dodatkowe informacje mogą być umieszczane obok informacji w samym tekście dokumentu, np. na marginesach, w nagłówkach lub w stopkach, zapewniając zarówno czytelność dokumentu, jak i odpowiednie wykorzystanie kodów.

4. Podsumowanie i kierunki dalszych badań

Podsumowując, należy stwierdzić, że kody dwuwymiarowe w standardzie QR mogą być zastosowane do różnorodnych zadań w systemach obiegu dokumentów. Umieszczane na dokumentach papierowych mogą posłużyć do szybszej identyfikacji dokumentów lub do przenoszenia dodatkowych metadanych, takich

⁹ <http://www.imc.org/pdi/vcard-21.txt> (data odczytu 16.11.2013).

jak informacje o podpisie cyfrowym w przypadku dokumentu elektronicznego odpowiadającego dokumentowi papierowemu. Niektóre z przedstawionych rozwiązań będą kompatybilne, gdyby implementować je w jednostkach administracji publicznej, w innych jednak będzie niezbędna modyfikacja koncepcji lub jej całkowite zarzucenie.

W ramach dalszych badań zostanie stworzony prototyp rozwiązania automatyzującego zamieszczanie i odczyt metadanych oraz testy koncepcji tego rozwiązania w rzeczywistym systemie biurowym. Jednym z elementów prototypu będzie zbudowanie rozszerzenia pakietu biurowego Microsoft Office do generowania kodów na podstawie metadanych dokumentu.

Bibliografia

1. ISO/IEC 18004:2006, *Information technology. Automatic identification and data capture techniques. Bar code symbology. QR code*, Geneva 2000.
2. Kozieł G., *Information security policy creating*, „Actual Problems of Economics” 2011, vol. 12 (126).
3. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 kwietnia 2012 r. w sprawie Krajowych Ram Interoperacyjności, minimalnych wymagań dla rejestrów publicznych i wymiany informacji w postaci elektronicznej oraz minimalnych wymagań dla systemów teleinformatycznych (Dz. U. z 2012 r. poz. 526).
4. Tai-Wei K., Chig-Hung T., Chen M., *QR Code Based Augmented Reality Applications*, w: *Handbook of Augmented Reality*, red. B. Furth, Springer, New York 2011.
5. Weir M., *QR Codes & Mobile Marketing for the Small Business Owner*, CreateSpace, 2010.

Źródła sieciowe

1. <http://code.google.com/p/zxing> (data odczytu 21.11.2013).
2. <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh745901%28v=office.12%29.aspx> (data odczytu 18.11.2013).
3. <http://quickmark.com.tw/En/qrcode-datamatrix-generator/default.asp?qrText> (data odczytu 19.11.2013).
4. <http://www.imc.org/pdi/vcard-21.txt> (data odczytu 16.11.2013).
5. <http://www.qrcode.com/en/about/version.html> (data odczytu 20.11.2013).
6. <http://zxingnet.codeplex.com> (data odczytu 21.11.2013).

* * *

Two-dimensional codes in document management systems

Summary

The article presents the usage of two-dimensional codes (2D codes) in the form of QR codes in document management systems. Codes printed on physical copies of documents may be used for document identification or may carry additional document metadata. By this means, the document metadata such as the digital signature can be presented in a physical form. This mechanism may be also introduced in public administration.

Keywords: two-dimensional barcodes, QR codes, document management, digital signature