

УДК 004.932.2

ЦИФРОВИЙ ВОДЯНИЙ ЗНАК ДЛЯ ЗАХИСТУ QR-КОДУ

К. т. н. О. В. Наріманова, Д. М. Семенченко

Одеський національний політехнічний університет

Україна, м. Одеса

semejka@ua.fm; dianalebiga@gmail.com

В роботі розроблено новий метод нанесення та вилучення цифрового водяного знаку для захисту контенту QR-коду, який може бути використаний для перевірки цілісності та автентичності QR-коду після його зчитування за допомогою мобільного пристрою з паперового носія. На основі розробленого методу реалізовано програмний продукт для мобільного пристрою на операційній системі Windows Phone.

Ключові слова: цифровий водяний знак, QR-код, автентифікація, перевірка цілісності.

Постійне збільшення об'ємів інформації, що необхідно отримувати, аналізувати, обробляти та зберігати, призводить до постійної появи нових інформаційних технологій. На сьогоднішній день QR-коди набули такого широкого використання, що майже вся друкована інформація (рекламні та інформаційні плакати, етикетки різноманітних виробів, оголошення тощо) дублюється за допомогою QR-кодів чи супроводжується ними. Проте, як відомо, новітні технології (особливо інформаційні) можуть бути використані і проти людини та її прав. У сьогоднішній день стало розповсюдженим таке явище соціальної інженерії як фішинг. Суть махінацій полягає у заміні оригінального QR-коду іншим кодом, який після зчитування телефоном видає користувачеві неправдиву інформацію (приклад недобросовісної конкуренції) чи наводить останнього на *web*-сторінку зловмисника, що може призвести до крадіжки та/або втрати конфіденційної та персональної інформації.

Отже, використання технології QR-коду потребує залучення технологій забезпечення інформаційної безпеки. Однією з таких технологій є нанесення цифрового водяного знаку (ЦВЗ).

Метою даної роботи є розробка методу ЦВЗ для автентифікації та перевірки цілісності QR-коду. Для досягнення мети роботи були поставлені наступні задачі: провести аналіз існуючих методів ЦВЗ та сформулювати основні вимоги до методу ЦВЗ для автентифікації та перевірки цілісності QR-коду; розробити метод ЦВЗ згідно з основними вимогами; реалізувати програмний продукт нанесення та перевірки ЦВЗ для QR-коду і провести обчислювальний експеримент для визначення точних значень параметрів методу ЦВЗ для виконання сформульованих вимог для організації захисту QR-коду.

Основні вимоги до методу ЦВЗ для автентифікації та перевірки цілісності QR-коду можна сформулювати наступним чином: довжина повідомлення ЦВЗ не повинна перевищувати довжину повідомлення QR-коду; нанесений ЦВЗ не повинен перешкоджати зчитуванню QR-коду стандартними засобами; метод ЦВЗ має бути стійким до процесів друку та зчитування камерою телефону та (за можливості) задовольняти умові візуальної стійкості.

З урахуванням сформульованих основних вимог до методу ЦВЗ був проведений аналіз основних відомих робастних методів ЦВЗ [1—3]. Проте вони не забезпечують ефективності вилучення повідомлення ЦВЗ після друку стеганоповідомлення на паперовому носії та зчитування камерою телефону. Тому в даній роботі був розроблений новий метод ЦВЗ для автентифікації та перевірки цілісності QR-коду. Було визначено, що найбільш доцільним для вирішення поставленої в роботі задачі є нанесення ЦВЗ на QR-код шляхом зміни значення яскравості пікселів матриці QR-коду. При цьому для підвищення стійкості повідомлення ЦВЗ до збурних дій пропонується корекція значення усіх трьох компонент $\{R, G, B\}$ зображення QR-коду.

Корекція значення одного біту (одного квадрату) QR-коду на деяке значення $\pm\Delta$ необхідна тільки у двох випадках з чотирьох: при вбудовуванні одиниці в квадрат чорних пікселів ($+\Delta$) та нуля в квадрат білих пікселів ($-\Delta$). Корекція значення середнього пікселя квадрату QR-коду для кожної з

компонент $\{R, G, B\}$ в цих випадках виконується за наступною формулою:

$$\bar{p}_{i,j} = \begin{cases} p_{i,j} - \Delta, & p_{i,j} = 255; \\ p_{i,j} + \Delta, & p_{i,j} = 0. \end{cases} \quad (1)$$

де $p_{i,j}$ та $\bar{p}_{i,j}$ — значення яскравості середнього пікселя квадрату QR-коду до та після корекції відповідно;

Δ — деяке невід'ємне значення корекції з інтервалу $(0, 127)$.

Вилучення кожного біту ЦВЗ виконується у відповідності з формулами:

$$\bar{\Delta} = \frac{p_{i-1,j-1} + p_{i-1,j} + p_{i-1,j+1} + p_{i,j-1} + p_{i,j+1} + p_{i+1,j-1} + p_{i+1,j} + p_{i+1,j+1}}{8} - p_{i,j};$$

$$m_k = \begin{cases} 1, & \bar{\Delta} \leq -\Delta, \bar{\Delta} + p_{i,j} \leq 127; \\ 0, & \bar{\Delta} > -\Delta, \bar{\Delta} + p_{i,j} \leq 127; \\ 0, & \bar{\Delta} \geq \Delta, \bar{\Delta} + p_{i,j} > 127; \\ 1, & \bar{\Delta} < \Delta, \bar{\Delta} + p_{i,j} > 127. \end{cases} \quad (2)$$

де $p_{i,j}$ — значення яскравості середнього пікселя квадрату QR-коду після зчитування;

m_k — вилучений k -й біт повідомлення ЦВЗ.

Для програмної реалізації розроблених алгоритмів нанесення та вилучення ЦВЗ для QR-коду було обрано мобільну операційну систему Windows Phone. При проведенні обчислювального експерименту використовувалися різні значення корекції Δ з проміжку від 1 до 127. При цьому фіксувалися можливість зчитування QR-коду стандартними засобами і відсоток вірно вилученої інформації повідомлення ЦВЗ, а також оцінювалася візуальна стійкість. За результатами значення корекції $\Delta = 10$ було обране для використання в алгоритмах нанесення та вилучення ЦВЗ як таке, що менше за всі порушує візуальну стійкість і при цьому задовольняє вимогам зчитування QR-коду стандартними засобами і дає 100% вірно вилученої інформації повідомлення ЦВЗ.

В роботі розроблено новий метод нанесення та вилучення цифрового водяного знаку для захисту контенту QR-коду, що дозволяє перевіряти цілісність та автентичність QR-коду після його зчитування за допомогою мобільного пристрою з паперового носія. В процесі розробки методу та програмного продукту на його основі були враховані особливості формування та змісту QR-кодів, а також наступні вимоги: можливість зчитування QR-коду стандартними засобами без наявного спеціалізованого програмного додатку, розробленого в даній роботі; ефективність вилучення ЦВЗ після зчитування роздрукованого на паперовому носії QR-коду камерою мобільного пристрою; незначні порушення візуальної стійкості після нанесення ЦВЗ, що є прийнятним для робастного методу ЦВЗ.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Конахович Г. Ф., Пузыренко А. Ю. Компьютерная стеганография. Теория и практика.— Киев: МК-Пресс, 2006.
2. Грибунин В. Г., Оков И. Н., Туринцев И. В. Цифровая стеганография.— Москва: СОЛОН-Пресс, 2002.
3. Зашелкин К. В., Иващенко А. И., Иванова Е. Н. Усовершенствование метода стеганографического скрытия данных Куттера–Джордана–Боссена // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи.— 2013.— № 5.— С. 151—155.

O. V. Narimanova, D. M. Semenchenko

Digital watermarking for QR-code protection

In this paper a new approach of digital watermarking for QR-code protection is developed. This approach can be used for authentication and integrity checking of QR-code after its reading with mobile device from paper. On the basis of proposed approach a software application for mobile device on Windows Phone is implemented.

Key words: *digital watermarking, QR-code, authentication, integrity checking.*