

В. С. Бєлов, Д. Р. Ільчук

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ГРАФІЧНОЇ ТА РАДІОЧАСТОТНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ В МЕРЕЖАХ IEEE802.11

Проаналізовано різні методи кодування та передачі інформації для ідентифікації. Проведено огляд основних стандартів, визначено їхню актуальність для застосування під час аутентифікації в мережах IEEE802.11, виконано порівняльний аналіз систем.

Ключові слова: лінійні коди, двомірні коди, RFID, мітка, IEEE, підключення.

Вступ

Ідентифікація в мережах бездротового доступу є важливим чинником захисту даних від перехоплення та доступу сторонніми особами [1]. Застосування складних методів шифрування в мережах IEEE802.11, серед яких WEP, WPA, WPA2 [2], та завдяки впровадженню заходів зі систематизації зміни методів ідентифікації в таких мережах дозволяє значно знизити ризик перехоплення даних.

Під час цього виникає проблема доступу кінцевого абонента до таких мереж через складність ідентифікаційних елементів SSID та ключа доступу, які можуть складатися з 32 символів та 64 символів відповідно [3]. Звичайно, це не зможе гарантувати остаточний захист для мережі через можливість перехоплення комбінацій SSID та ключа доступу, як, наприклад, під час шифрування WEP [4], але значно знизить ризики неавторизованого доступу [5].

Для аналізу можливості застосування методів ідентифікації (SSID/пароль) необхідно порівняти сучасні методи графічного та радіочастотного кодування інформації.

Основні завдання, які необхідно виконати: дослідити характеристики штрих-коду; дослідити характеристики 2D-штрих-коду; дослідити методи розшифрування QR-коду; провести аналіз структури передавача RFID-мітки; дослідити використання QR-коду під час Wi-Fi-авторизації.

Основна частина

Двомірний код – графічна інформація у вигляді послідовності чорних і білих смуг або інших геометричних фігур, яку наносять на поверхню, маркування або упаковку виробів, що дозволяє зчитувати її технічними засобами. Містить залежно від типу та кодування до 1314 байт інформації.

Лінійні штрих-коди («одновимірні» штрих-коди) – це перше покоління штрих-кодів, які склалися з рядків і прогалів різної ширини. Їх поділяють на декілька підвидів. Приклади згенерованих штрих-кодів [6 – 8] наведені на рис. 1.



Рис. 1. Приклади лінійних штрих-кодів: а) Australia Post штрих-код; б) Codabar; в) Code 25 – Interleaved 2 of 5

2D-штрих-коди (матричний код) є двовимірним способом представлення інформації або ж другим поколінням кодування інформації. Він схожий на лінійний штрих-код, але може представляти більше даних на одиницю площі [9]. Приклади двомірних штрих-кодів [10] наведено на рис. 2.



а)



б)



в)

Рис. 2. Приклади двомірних штрих-кодів: а) Aztec Code; б) CrontoSign; в) QR-код

У табл. 1 наведено отримані співвідношення розмірів лінійного штрих-коду і ємності коду.

Таблиця 1.

Приклади співвідношення розмірів лінійного штрих коду і ємності коду

А, кількість шарів із даними	L, одиничний розмір символу	N, кількість байт
1	15x15	7
4	27x27	53
7	45x45	145
11	61x61	298
15	79x79	502
20	101x101	824
26	125x125	1314
32	151x151	1914

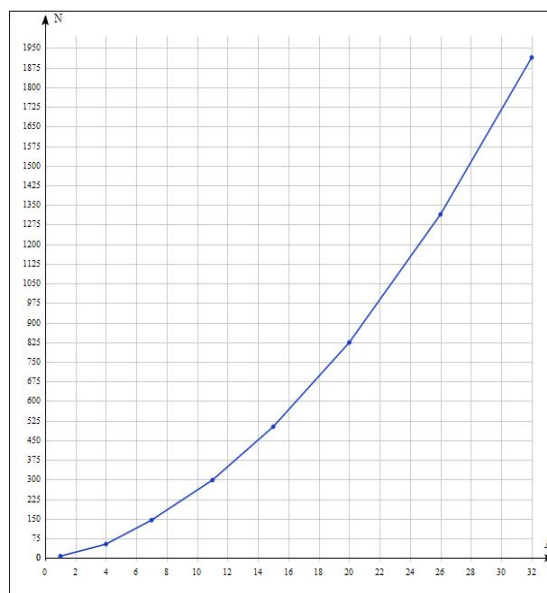


Рис. 3. Залежність інформаційної ємності від кількості шарів даних

Виходячи з отриманої залежності на графіку 1, найінформативнішим є QR-код з багатьма шарами інформації, його описано специфікацією ISO/IEC 18004 [11]. Це код швидкого реагування, який використовує три стандартизованих режими кодування: числовий, буквено-цифровий, двійковий. Цифровий режим кодування містить 10 бітів на три цифри (до 7089 цифр). Буквено-цифровий режим кодування містить 10 цифр, літери від А до Z і кілька спецсимволів. Байтовий (двійковий) режим кодування містить до 2953 байт.

Таблиця 2

Приклади співвідношення розмірів двомірного QR-коду і ємності коду залежно від версії кодування

Найменування	Версія 1-9	Версія 10-26	Версія 27-40
Цифрове	10 біт	12 біт	14 біт
Алфавітно-цифрове	9 біт	11 біт	13 біт
Побайтове	8 біт	16 біт	16 біт

Радіочастотна ідентифікація (RFID)

Технологія RFID – це технологія безконтактної ідентифікації об'єктів за допомогою радіочастотного каналу зв'язку. Її використовують, щоб ідентифікувати, прослідкувати, розсортувати й виявити необмежену кількість предметів.

Вона ґрунтується на бездротовій передачі та є технологією, що не вимагає ні контакту зі зчитувачем, ні прямої видимості (як у випадку застосування штрих-кодів). Загальна швидкість якісного прочитання інформації на товарі або упаковках – від 30 до 100 мілісекунд для прочитання мітки. RFID може практично одночасно зчитувати сотні міток без прямої видимості.

Будова системи RFID. Система безконтактної ідентифікації складається із чотирьох основних елементів (рис. 4):

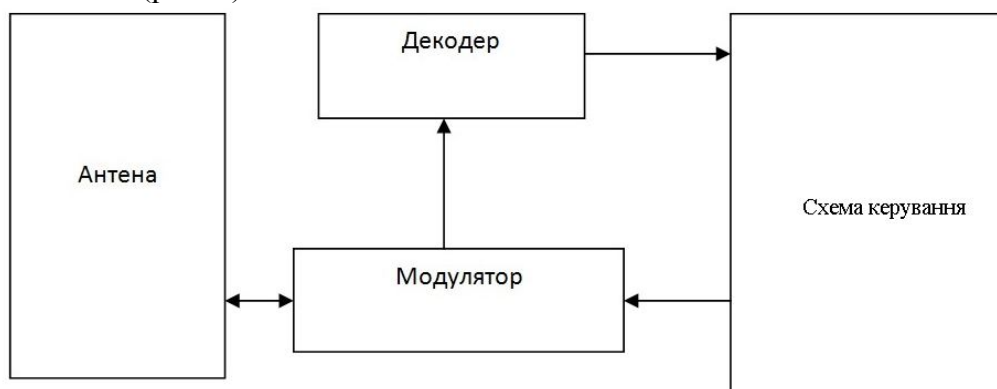


Рис. 4. Структурна схема транспондера

RFID-мітка складається з двох частин. Перша – інтегральна мікросхема, де зберігається й обробляється інформація, відбувається модулювання й демодулювання радіочастотного сигналу. Друга частина – антена для прийому та передачі сигналу.

Зчитувач містить генератор, який випромінює через антену певний частотний код, що відповідає частоті мітки. Сигнал із мітки через антену надходить на декодер для дешифровки та після підсилення – на мікроконтролер і комп'ютер для зчитування.

Самі ж мітки працюють у так званому SRD-діапазоні. На сьогодні діапазон SRD розвинений дуже слабо, також під питанням його ліцензування через збіг частот із мобільним стандартом IS-95 (CDMA-800). А ще існують і інші частотні діапазони, на яких можливе застосування SRD-пристроїв, проте їхнє призначення відрізняється від класичного голосового зв'язку й належить до галузі цифрових систем телеметрії та сигналізації. Усі вони працюють по сусідству з радіолюбительськими діапазонами, починаючи з 13,56 МГц (безконтактні ключі) і закінчуючи 2,4 ГГц і 5,8 ГГц (Bluetooth, WLAN, ZigBee) [13].

Транспондер RFID можна класифікувати за частотними застосуваннями [14]:

– високочастотні (ультрависокі 850 – 950 МГц і мікрохвильові 2,4 – 5 ГГц), які використовують там, де потрібні велика відстань і висока швидкість читання, наприклад,

контроль залізничних вагонів або автомобілів у русі. Більша дальність дії уможлиблює безпечну установку зчитувачів поза межами досяжності людей;

– проміжної частоти (10 – 15 МГц) використовують там, де повинні бути передана більша кількість даних. Галузі застосування: логістика (відслідковування товарообігу), роздрібна торгівля, інвентаризація товарів, облік складських переміщень.

– низькочастотні (100 – 500 кГц) використовують там, де припустима невелика відстань між об'єктом та зчитувачем. Звичайна відстань зчитування становить 0,5 метра, а для міток, убудованих у маленькі "брелоки", дальність читання, як правило, ще менша – близько 0,1 метра. Галузі застосування – системи керування доступом, безконтактні карти, керування складами й виробництвом.

Відстань зчитування для низькочастотних міток частотою 125 кГц і 13.56 МГц вимірюють сантиметрами і метрами. Мінімальна відстань прочитування, необхідна для прикладної програми, вартість, швидкість операцій і складність комунікації допоможуть визначити, яку частоту використовувати (табл. 3).

Таблиця 3

Частотні характеристики активних міток

Частота	Відстань зчитування	Основні прикладні програми	Швидкість зчитування даних
Висока частота 13,56 МГц	~ 1 м	Ланцюг постачань, електронні платежі	Повільна
Ультрависока частота 860-915 МГц	~ 6 м	Ланцюг постачань, електронні платежі, відстеження багажу	Повільна
Мікрохвильова 2.45 кГц (активна)	до 200 м	Ланцюг постачань, електронні мита, сенсори	Швидка

Зчитувачі інформації містять у своєму складі передавач та антену, за допомогою яких випромінюється електромагнітне поле певної частоти. Радіочастотні мітки, які потрапили до зони дії зчитувального поля, "відповідають" власним сигналом, що містить корисну інформацію (наприклад, код товару). Сигнал уловлює антена зчитувача, інформацію розшифровують і передають до комп'ютера для обробки.

Анени використовують як складники зчитувачів RFID-систем, вони призначені для випромінювання радіосигналів, які повинні активувати RFID-мітку й записати або зчитати дані з неї. Анени для кожного зчитувача можуть складатися з декількох антен. Ворота дозволяють швидко й надійно зчитувати значні обсяги даних, навіть коли об'єкт із товаром перебуває в русі.

На відміну від штрих-кодів, RFID дозволяє автоматично ідентифікувати предмети, не розташовуючи предмет поруч зі зчитувачем. Автоматичний збір даних систематизує дані в системі, швидко роблячи інформацію доступною. Технологія RFID розв'язує цю проблему за допомогою бездротової передачі ідентифікаційної інформації з предметів на зчитувач завдяки механізму антиколізій.

Стандарти RFID. Першим стандартом у галузі RFID-міток став стандарт ISO 15693, розроблений спеціально для додатків у галузі ідентифікації різних товарів та продукції. Частотний діапазон цього стандарту розміщений на частоті 13,56 МГц. Робоча відстань між зчитувачем і міткою становить близько метра, максимальний обсяг пам'яті мітки становить 8 кБайт. Мітки підтримують функцію захисту від крадіжок.

Наступним етапом розвитку технології RFID стало застосування ультрависокого частотного діапазону для міток. У Європі застосовують мітки діапазону 869,4 – 869,65 МГц і 2,400 – 2,4835 ГГц, в Америці 902 – 928 МГц і 2,400 – 2,4835 ГГц.

У цих діапазонах діє стандарт ISO 18000 частини 4 і 6, ISO 18185 та інші (залежно від галузі застосування). Використання цих діапазонів дозволило збільшити робочу відстань між зчитувачем і мітками до 10 і більше метрів, також значно збільшилася швидкість зчитування інформації з мітки.

Застосування QR-коду

Оскільки QR-код є найефективнішим для шифрування даних його можна використовувати для підключення до мережі Wi-Fi. Для цього необхідно застосовувати методи ідентифікації SSID та пароль. SSID (Service set identification) – ідентифікатор мережі, що представляє собою просто її назву на латиниці довжиною не більше 32 символів. Пароль (ключ мережі) має бути довжиною від 8 до 63 символів для шифрування інформації за стандартами WPA/WPA2. Паролі для захисту каналу рекомендують складати максимально випадкові, змішані з цифр, букв латинського алфавіту обох регістрів і знаків (використовують усі друковані знаки ASCII, окрім пробілу), довжиною – чим більше, тим краще (максимальна довжина 63 символи). Отже, готовий QR-код містить усю необхідну інформацію для підключення до потрібної точки доступу [12].

Висновок

Отже, можливе застосування RFID-міток та QR-кодів у якості засобів для захищеної передачі інформації, такої як ідентифікатор мережі та пароль мережі, у мережах IEEE802.11, зокрема WPA, WPA2. Завдяки цьому ми можемо впровадити заходи зі систематизації зміни методів ідентифікації в цих мережах, що дозволить значно знизити ризик перехоплення даних.

Обсяг даних, який міститься в стандартних елементах ідентифікації, таких як QR-код та RFID-мітки, достатній для передачі кодових (ключових) комбінацій та ідентифікаторів SSID в мережах IEEE802.11.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Wi-Fi сети: проникновение и защита [Електронний ресурс] / Хабрахабр. ProgerXP // Режим доступу : <https://habrahabr.ru/post/224955/>. – Назва з титул. екрану.
2. IEEE 802.11ah - sub GHz Wi-Fi [Електронний ресурс] / Radio-electronics.com // Режим доступу : <http://www.radio-electronics.com/info/wireless/wi-fi/ieee-802-11ah-sub-ghz-wifi.php>. – Назва з титул. екрану.
3. SSID and Wireless Networking [Електронний ресурс] / Lifewire // Режим доступу : <https://www.lifewire.com/definition-of-service-set-identifier-816547>. – Назва з титул. екрану.
4. Aircrack-ng / Aircrack-ng // Режим доступу : <http://www.aircrack-ng.org/doku.php>. – Назва з титул. екрану.
5. Кое-что о Wi-Fi [Електронний ресурс] / Хабрахабр // Режим доступу : <https://habrahabr.ru/post/117761/>. – Назва з титул. екрану.
6. History & assignment of australian postcodes [Електронний ресурс] / Storefinder // Режим доступу : <http://www.storefinder.com.au/articles/postcode-assignment.php>. – Назва з титул. екрану.
7. EAN BarCode [Електронний ресурс] / Режим доступу : <http://www.chaosreligion.com/wtl/index.php5?title=EAN>. – Назва з титул. екрану.
8. Code 25 Industrial [Електронний ресурс] / Activebarcode // Режим доступу : <https://www.activebarcode.com/codes/code25.html>. – Назва з титул. екрану.
9. History of QR code [Електронний ресурс] / Qr Code.com // Режим доступу : <http://www.qrcode.com/en/history/>. – Назва з титул. екрану.
10. Информационные технологии. Технологии автоматической идентификации и сбора данных. Спецификация символики штрихового кода Aztec Code : ГОСТ Р ИСО/МЭК 24778-2010 [Електронний ресурс] / Библиотека ГОСТов // Режим доступу : <http://vsegost.com/Catalog/49/49839.shtml>. – Назва з титул. екрану.
11. Information technology – Automatic identification and data capture techniques – QR Code bar code symbology specification ISO/IEC 18004:2015 [Електронний ресурс] / International Organization for Standardization // Режим доступу : <https://www.iso.org/standard/62021.html>. – Назва з титул. екрану.
12. QR-коды и быстрая настройка внутриквартирной точки доступа Wi-Fi [Електронний ресурс] / Наукові праці ВНТУ, 2017, № 4

Livejournal/novikovmaxim // Режим доступу : <https://novikovmaxim.livejournal.com/235423.html>. – Назва з титул. екрану.

13. Белов В. С. Наши соседи по эфиру – гражданский диапазон / Радиоаматор : наук.-поп. журн. – 2014. – №10 (250). – С. 43.

14. Радіочастотне кодування [Електронний ресурс] / Pidruchniki.com // Режим доступу: http://pidruchniki.com/81359/tehnika/radiochastotne_koduvannya. – Назва з титул. екрану.

Белов Володимир Сергійович – асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення (ТКСТБ), e-mail: belov@vntu.edu.ua.

Ільчук Дмитро Русланович – студент 4 курсу факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, e-mail: demabels@gmail.com.

Вінницький національний технічний університет.