

УДК 621.391 (07)

Б.Ю. Жураковський, Н.М. Довженко

Державний університет телекомунікацій, Київ

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ФОРМУВАННЯ ТА ЗАСТОСУВАННЯ ДВОМІРНИХ ШТРИХ-КОДІВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

В даній статті проведено порівняльний аналіз двовірних графічних кодів як штрих-код Aztec та штрих-код PDF417. Підкреслено та описано основні особливості формування та застосування даних кодів в сучасних мережах України.

Ключові слова: штрихове кодування, сканери штрих-кодів, шари даних, рівень корекції помилок.

Вступ

Штрихове кодування - це графічний спосіб представлення інформації, при якому дані відображаються у вигляді графічного зображення, що складається, як правило, з областей двох різних тонів: світлого і темного. Застосування штрих-кодів вирішують дві основні задачі: прискорення введення інформації в комп'ютер та усунення помилок введення даних. Сканери штрих-кодів на відміну від ручного введення, вводять інформацію в комп'ютер за частки секунд при незначній ймовірності помилок. У деяких випадках сканування штрих-кодів можливо без участі людини [1 – 3]. Штрих-коди, в загальному, портативні інформаційні файли великої щільності і ємності, і забезпечують доступ до великих обсягів інформації без постійного доступу до зовнішньої бази даних.

Результати досліджень

Загальні положення штрих-коду Aztec. В якості штрих-коду, що може бути запропонований для використання для передачі технічної інформації, може бути використаний двовірний штрих-код "Aztec". Символ коду Aztec забезпечує простоту процедури кодування та декодування, і в той же час його математична структура надзвичайно гнучка і надійна. Aztec код (або "Aztec") являє собою універсальну символіку двовірного (2D) штрихового коду. Код представляє собою квадрат, що містить матрицю квадратних елементів, в центрі якої розташовується "мішень" ("bullseye"), складена з концентричних квадратів. Aztec дозволяє ефективно кодувати будь-яку байтову послідовність в ефективних компактних режимах для текстових та цифрових даних.

Структура символу коду Aztec. Приклад зображення коду Aztec показаний на рис. 1, структура компактного символу цього коду – на рис. 2. Символ включає два постійних елементи - центральний показник "мішень" і елементи орієнтації по кутах показника, і два змінних елементи структури - рядок режиму, загорнута навколо мішені і 4 шари даних товщиною в 2 модуля, спіраллю розходяться від центру.

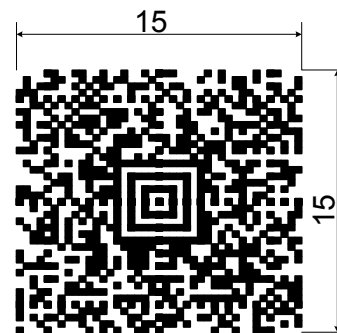


Рис. 1. Приклад зображення коду Aztec

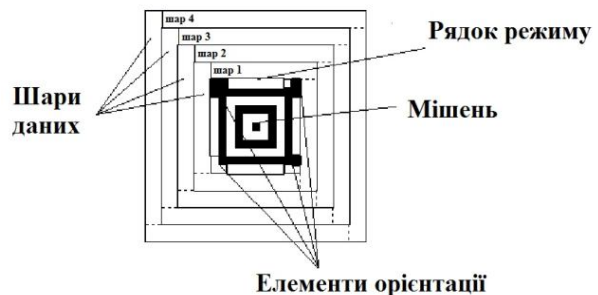


Рис. 2. Структура компактного символу коду Aztec

Мішень повинна являти собою набір концентричних квадратів і служити тільки для визначення геометричного центру символу в процесі його декодування.

Елементи орієнтації повинні розташовуватися по кутах мішені і дозволяти правильно орієнтувати символ в процесі декодування, незалежно від орієнтації оригіналу при скануванні.

Рядок режиму - повинен бути рядком фіксованої довжини, який кодує два параметри, що несуть інформацію про шари даних, а саме кількість шарів даних і обсяг закодованих даних.

Шари даних повинні містити послідовність кодівих слів, які містять дані користувача до яких додані коди виявлення та корекції помилок. Захист від помилок додатково повинен бути посилений тим, що дані, що займають зовнішні шари символу, підтримують чистову корекцію помилок в стертих кутах символу.

Основні особливості Aztec Code. У результаті представленого розгляду технології стають зрозумілими деякі особливості Aztec Code: 1) листкова природа полів даних забезпечує цілісність символів 33 різних розмірів і інформаційну ємність; 2) покажчик у вигляді мішені забезпечує зчитування при значній зміні кута сканування; 3) елементи орієнтації дають можливість зчитування при будь-якої орієнтації символу, включаючи дзеркальне відображення; 4) решітка прив'язки дозволяє враховувати істотні викривлення великих символів; 5) декодування від центру до краю виключає необхідність полів (вільної зони) навколо символу; 6) надійний, керований користувачем, механізм корекції помилок за методом Ріда-Соломона забезпечує високу продуктивність і надійний захист від помилок; 7) розташування полів, стійких до появи помилок і пошкоджень, по краях символу, компенсує вплив оптичних спотворень, що виникають по краях зони сканування.

Застосування та підтримка Aztec Code. Aztec Code являє собою універсальну символіку двомірною (2D) матричного штрихового коду, добре пристосовану для візуальної технології зчитування і для кодування як малих, так і великих обсягів даних. Aztec Code цікавий для застосувань, що вимагають розміщення коду на обмеженому просторі (ІТ, виробництво, комерція, медицина, фармацевтика і т.д.), оскільки код забезпечує високу щільність розміщення інформації і не вимагає вільного простору навколо коду. Деякі поштові представництва використовують Aztec Code в якості 'електронного штампа' поштового відправлення, в той же час електронне кодування підпису за допомогою Aztec привернуло увагу деяких транспортних компаній.

Спонсоруючи стандартизацію Aztec Code в AIM International, HandHeld Products продовжує підтримувати і просувати його шляхом розробки кодуєчого програмного забезпечення, вільно поширюваного для комерційного використання та використання в комерційних продуктах незалежних виробників, та продаючи сканер IMAGETEAMTM4400, що підтримує Aztec, і забезпечуючи потенційних користувачів простою програмою генерації коду для PC-сумісних комп'ютерів. Для генерації Aztec Code також може використовуватися комерційний продукт 'B-Coder for Windows, Professional Edition' фірми TAL Technologies, що дозволяє впроваджувати штрих-код в свої проекти різним зацікавленим виробникам.

Загальні положення штрих-коду PDF417. Наступним кодом для розгляду, вивчення та порівняння є штриховий код PDF417

Символіка штрихового коду PDF417 представляє унікальні можливості для кодування даних користувача в компактному і зручному для автоматичного зчитування та вигляді. Для того, щоб забезпечити високий рівень надійності зчитування певного

символу PDF417 сканерами штрихових кодів, при завданні його параметрів перед друком необхідно враховувати ряд рекомендацій.

1. Рекомендації на відносні розміри елементів штрихового коду. Кожен символ PDF417 являє собою прямокутну матрицю, складену з знаків символу, кожному з яких відповідає кодове слово - число від 0 до 928. Знак символу - це послідовність з чотирьох штрихів і чотирьох прогалін, ширина яких кратна деякій величині, певною шириною модуля або просто модулем. Ширина всіх штрихів і прогалін знака може бути від 1 до 6 модулів, а сукупна ширина всіх його елементів повинна дорівнювати 17 модулям. Значення ширини модуля має бути одним і тим же для всіх знаків даного символу. Висотою модуля називається висота одного рядка символу PDF417. Всі рядки повинні мати однакову висоту. ДСТУ, що описує специфікацію символіки PDF417, рекомендує наступні співвідношення між шириною (X) і висотою (Y) модуля: а) для символів, рівень корекції помилок в яких не менше мінімального рекомендованого: $Y \geq 3X$; б) для символів, рівень корекції помилок в яких менше мінімального рекомендованого: $Y \geq 4X$. Також бажано, щоб у всіх випадках $Y \leq 6X$. Важливо, щоб навколо символу PDF417 була залишена вільна зона - область кольору фону, вільна від зображень і написів. ДСТУ рекомендує, щоб ширина вільної зони, що створює кордон навколо символу PDF417 по периметру, дорівнювала 2X.

2. Рекомендації по вибору рівня корекції помилок. Специфікація символіки PDF417 припускає можливість корекції помилок або, інакше кажучи, можливість повноцінного зчитування частково пошкодженого символу. Пошкодженням є будь-яке спотворення символу, викликане поганою якістю друку, попаданням бруду, перекриттям його іншими об'єктами, а також невдалими умовами сканування (ракурс, освітлення, відстань до сканера) та іншими явищами, через яких зображення символу PDF417, одержуване сканером, буде неякісним. Корекція помилок реалізується за внаслідок того, що в символі кодуються не тільки дані користувача, але ще й спеціальна послідовність кодових слів, званих кодовими словами корекції помилок. У специфікації PDF417 передбачені 9 рівнів корекції помилок, кожному з яких відповідає своя кількість кодових слів корекції помилок. Рівень корекції помилок знаходиться у діапазоні $s = 0 \dots 8$. Створення цієї послідовності здійснює конкретний генератор символів PDF417. Рівень виправлення помилки задається користувачем. Чим вище рівень корекції, тим більші пошкодження символу допустимі при збереженні можливості зчитування. Наприклад, при $s = 0$ зчитування стає неможливим при пошкодженні навіть одного знака символу, тоді як рівень $s = 4$ гарантує зчитування символу, в якому пошкоджено до 15 знаків символу, а в деяких випадках і до 30.

Таблиця 1

Рекомендації щодо вибору
рівня корекції помилок

Кількість кодових слів даних користувачів	Мінімальний рівень корекції помилок
От 1 до 40	2
От 41 до 160	3
От 161 до 320	4
От 321 до 863	5

Необхідна кількість кодових слів користувача даних можна приблизно обчислити виходячи з характеру

даних, дотримуючись рекомендацій: а) якщо дані являють собою тільки послідовність цифр, то шукана кількість кодових слів даних буде приблизно дорівнювати кількості цифр, поділеної на 2.9; б) якщо дані є текстовими, то кількість кодових слів можна оцінити як кількість текстових знаків, поділену на 1.8; в) в інших випадках приблизна кількість кодових слів даних – розмір користувача даних в байтах, поділений на 1.2. Кращим є забезпечення високої якості друку символу, у порівнянні з компенсацією низької якості друку збільшенням рівня корекції помилок.

Таблиця 2

Порівняльна таблиця штрих-коду Aztec та штрих-коду PDF417

Характеристики	Aztec code	PDF417
Автоматичне зчитування коду	Так	Так
Нанесення на різні матеріали (метали і т.д.)	Так, достатньо контрастного двоколірного зображення	Так, достатньо контрастного двоколірного зображення
Максимальний об'єм даних(при макс. рівні корекції помилок)	біля 2 Кбайт	2–3 Кбайта
Коди корекції помилок	Виправляють до 95% пошкоджень (рівень від 5% до 95%, стандартно 23%)	9 рівнів корекції помилок Виправляється до 64% пошкоджень
Стійкість просторового розпізнавання коду	Поворот на довільний кут, дзеркальне відображення	Поворот на довільний кут
Сфера використання	В онлайн квитках більшості авіа- та залізничних компаній, а також при реєстрації автомобілів на кордоні	Використовується для ідентифікації різних типів документів в різних країнах світу.

При високій ймовірності появи в символі PDF417 пошкоджених або повністю стертих знаків символу, рівень корекції помилок може бути збільшений, у тому числі до рівня 8. Проте, в цьому випадку є ризик того, що в силу обмежень на загальну кількість кодових слів в символі PDF417, закодувати в одному символі всі дані користувача і послідовність кодових слів корекції помилок, що відповідає обраному рівню корекції, виявиться неможливим.

У цьому випадку рекомендується використовувати передбачений специфікацією режим Макро PDF417, що представляє собою механізм поділу даних на блоки та подання їх у вигляді набору з декількох символів PDF417, або звернутися до інших двовимірних символів, які дозволяють більш ефективно кодувати великі обсяги даних.

Висновки

Після проведення детального аналізу, можна зробити висновок, що символіка штрих коду Aztec приблизно на 40% ефективніше ніж PDF417.

На відміну від штрих коду PDF417, штрих-код Aztec здатен виправляти до 95% пошкоджень. Специфікація символіки PDF417 припускає можливість корекції помилок або, інакше кажучи, можливість повноцінного зчитування частково пошкодженого символу.

Список літератури

1. Longacre Andy. Двумерное штриховое кодирование. Штрих-код Aztec / Andy Longacre, Jr. Staff Scientist [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.biprint.ru/index.php?area=text&parent=10>.
2. Штриховое кодирование [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.m3mx.ru/barcode.htm>.
3. Арманд В.А. Штриховые коды в системах обработки информации [Электронный ресурс] / В.А. Арманд, В.В. Железнов / Режим доступа к материалу : <http://www.udc.com.ua/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=284&mode=thread&order=0&thold=0>.

Надійшла до редколегії 29.01.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. К.С. Козелкова, Державний університет телекомунікацій, Київ.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ ШТРИХ-КОДОВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Б.Ю. Жураковский, Н.М. Довженко

Проведен сравнительный анализ двумерных графических кодов как штрих-код Aztec и штрих-код PDF417. Подчеркнуто и основных особенности формирования и применения данных кодов в современных сетях Украины.

Ключевые слова: штриховое кодирование, сканеры штрих-кодов, слои данных, уровень коррекции ошибок.

COMPARATIVE ANALYSIS OF FORMATION AND TWO-DIMENSIONAL BAR CODES FOR DATA

B.Yu. Zhurakovskyy, N.M. Dovzhenko

This article is about comparative analyse such type of coding as bar coding such well-known and widely used codes as Aztec barcode and PDF417 barcode, describes the main features of the formation and application of these codes.

Keywords: bar coding, barcode scanners, data layers, the level of error correction.