

А.А. Молдованов, инж.;
Л.С. Корочкин, д-р техн. наук, проф.;
М.С. Шмаков, зав. кафедрой, канд. техн. наук
(БГТУ, г. Минск)

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДОПУСТИМОЙ МОДИФИКАЦИИ МАТРИЧНЫХ ШТРИХОВЫХ КОДОВ

Основное преимущество штриховых кодов – это то, что они являются наиболее компактным графическим представлением произвольного массива данных. Также получение информации, которую они содержат, автоматизируется использованием сканеров: как промышленных, так и сканеров смартфонов. Штриховой код, по сути, является изображением, которое может быть нанесено на материальный носитель различного рода, к примеру: печатью на бумаге офисным принтером, полиграфической печатью на бланках строгой отчетности или деловой документации, гравировкой лазером баркодов на специфических поверхностях и др.

Следует отметить, что стандарты матричных штриховых кодов, базирующиеся на алгоритмах Рида – Соломона, поддерживают корректировку ошибок, что означает наличие уровня защищенности закодированной информации от повреждения либо потери. Коды Рида – Соломона – это недвоичные циклические коды, позволяющие исправлять ошибки в блоках данных. Матричными штриховыми кодами, поддерживающими структурную избыточность для восстановления поврежденных данных, являются следующие коды: Aztec Code, DataMatrix, MaxiCode, QR-code (Quick Response Code).

Большой интерес в рамках вызывает стандарт матричного кода Data Matrix ECC 200 – это новейшая версия DataMatrix, использующая коды Рида-Соломона для предотвращения ошибок и восстановления стертой/поврежденной информации. ECC 200 делает возможным восстановление всей последовательности закодированной информации, когда символ содержит 30% повреждений, предполагая, что матрица все ещё расположена в точности правильно. DataMatrix имеет частоту появления ошибок меньше, чем 1 на 10 миллионов сканированных символов. Символы имеют четное количество рядов и четное количество столбцов. Большинство символов – квадратные, размерами от 10x10 до 144x144 модулей. Однако некоторые символы – прямоугольные и имеют размеры от 8x18 до 16x48 модулей (только четные значения). Все символы, поддерживающие исправление ошибок ECC 200, могут быть опознаны по верхнему правому угловому модулю,

имеющему один цвет с фоновым. Дополнительные возможности, отличающие ECC 200 символы от более ранних стандартов:

- обратный порядок чтения символов (светлое изображение на темном фоне);
- спецификация набора символов;
- прямоугольные символы;
- структурное присоединение (соединение до 16 символов для кодирования большого количества информации).

Однако, чтобы повысить уровень защищенности самой информации, верифицировать ее, прибегают к интеграции кодов в информационные системы, где их проверку осуществляют специализированные сервисы, регистрирующие инциденты в базе данных.

Поддержка избыточности матричными штриховыми кодами типов QR, DataMatrix и Aztec и подобными позволяет модифицировать их потенциально таким образом, что читабельность основных (полезных) данных стандартным сканером не нарушится, однако код будет наделен дополнительной информацией, целью которой является повышение защищенности самого штрихового кода, подтверждение его оригинальности и, как следствие, повышение защищенности как полезной информации, так и самого документа/продукции, на котором была произведена печать или аппликация штрихового кода. Подобное решение может быть использовано как быстрый и простой способ первичной верификации данных, в случае если интегрированные сервисы недоступны либо отсутствуют как таковые. В случае применения дополнительных методов кодирования/сокрытия избыточной информации, для ее распознавания могут применяться идентификаторы латентного изображения либо специализированное программное обеспечение на мобильном устройстве.

Для проверки возможных способов модификации структуры матричных штриховых кодов был разработан шаблон программного обеспечения (ПО) генерации штриховых кодов типов QR, DataMatrix и Aztec с внесением избыточных данных. Основное назначение разработанного ПО – генерация изображения численно-буквенной последовательности в виде перечисленных штриховых кодов согласно стандартам кодирования. Также представлено опытное решение внесения структурных модификаций.

В качестве языка программирования использовался Kotlin, являющийся кроссплатформенным на базе Java Virtual Machine (JVM), что позволяет использовать разработанную библиотеку исходных кодов на множестве операционных систем без внесения существенных изменений в проект. В качестве опытной платформы использовалась

ОС Android, являющаяся свободной и одной из наиболее популярных среди мобильных ОС.

Главный экран разработанного приложения содержит прокручиваемый список, в котором расположены следующие типы модификаций исходных штриховых кодов:

- стандартный вид баркода. Структура не подвергается изменению;

- цветовая модификация. Подобная модификация требуется для сохранения достаточной контрастности для распознавания стандартными сканерами;

- модификация каждой растровой ячейки заданным символом или изображением;

- интеграция стороннего изображения в произвольную позицию. Размер интегрированного изображения не должен превышать предельно допустимого уровня коррекции ошибок. Данный размер вычисляется по формуле:

$$S_1 = \frac{S_0 \cdot L}{100},$$

где S_1 – площадь интегрируемого изображения; S_0 – площадь исходного штрихового кода; L – уровень коррекции ошибок в процентах.

Стоит отметить, что наиболее жизнеспособным типом модификации структуры является интеграция стороннего изображения в произвольную позицию в силу большей простоты кодировки и последующей декодировки данных, что снижает требования к разрешающей способности камер сканеров и их аппаратно-программным ресурсам.

Под модификацией растровых ячеек заданным символом или изображением подразумевается их прямая подмена в матрице новым представлением. Таким образом, данный алгоритм позволяет использовать абсолютно любую форму условного матричного пикселя вместо стандартной квадратной формы. Применение данного подхода ограничивается вариативностью нового представления, так как может быть превышен максимальный уровень избыточности, что приведет к нечитабельности штрихового кода стандартным сканером.

Также разработано приложение для сканирования стандартных штриховых кодов с дополнительной скрытой информацией. Рассмотрены варианты внесения скрытой информации.