

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.421.6

Донов  
Евгений Петрович

Программный модуль для генерации QR-кода с фиксированной ошибкой и  
встраиваемой сторонней информацией

**АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание академической степени  
магистра технических наук

по специальности 1-40 80 04 – Математическое моделирование, численные ме-  
тоды и комплексы программ

Научный руководитель  
Сиротко С. И.  
к.ф.-м.н., доцент

Минск 2015

## КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время каждый человек ежедневно сталкивается с большими объемами информации. Существуют различные виды информации: текстовая, графическая, числовая, звуковая, видеоинформация и прочая.

В 1994 году японская корпорация «Denso-Wave» разработала технологию кодирования текстовой информации и представления результата в графической форме. Результат представляет собой матричный код (двухмерный [штрих-код](#)). Данная технология получила название QR-код (quick response – быстрый отклик). QR-код можно быстро считать с помощью мобильного телефона оборудованного камерой и специальным программным обеспечением, что позволяет очень быстро переносить информацию в электронный вид, не требуя ручного набора. Изначально QR-код использовался в японской транспортной промышленности для маркировки деталей и запасных частей при транспортировке. Позже возможность распознавания кодов доступным сканирующим оборудованием сделала их популярными в рекламе, торговле, производстве, логистике.

Сканирование информации в виде QR-кода аналогично сканированию и распознаванию обычного текста. Однако, процедура OCR (расознавания текста) требует сложного и недешёвого программного обеспечения, а кроме того не подходит одинакового для любого шрифта, что не является проблемой для сканирования штрихкодов.

QR-код обладает способностью восстановления до 30% поврежденных данных. По сравнению с другими штрихкодами, QR-код сочетает в себе несколько преимуществ:

- он может содержать большой объем цифровой и текстовой информации на любом языке;
- его печатный размер может быть очень маленьким;
- быстрая скорость распознавания;
- может считываться в любом направлении (всенаправленное или 360°-ое сканирование).

Стандартное представление QR-кода – квадратная матрица, состоящая из черных и белых квадратов. Такое изображение не дает представления пользователю, который будет сканировать изображение, какая информация размещена в данном коде. Разрабатываемое приложение предназначено для изменения изображения QR-кода. При формировании QR-кода предоставляется возможность размещения на нем графической информации, которая будет ассоциироваться с закодированной информацией. Также данную возможность можно использовать в маркетинговых целях, для создания ярких и запоминающихся изображений для привлечения внимания.

Большинство рассмотренных аналогов предоставляют возможность только кодирования информации, в таком случае для размещения дополнительной информации необходимо использовать стороннее программное обеспечение. В некоторых аналогах предоставляется размещение текста или шаблонных изо-

бражений в центр сформированного кода. Отличия разрабатываемого приложения от аналогов:

- возможность размещения собственных изображений;
  - возможность создания и размещения текстовой информации без использования стороннего программного обеспечения;
  - возможность размещения дополнительной информации в любое удобное место на QR-коде;
  - возможность масштабирования добавленной информации при необходимости;
- возможность преобразование формы и цвета элементов формирующих QR-код.

Библиотека БГУИР

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Цель и задачи исследования**

*Целью* диссертационной работы является разработка интегрируемого программного модуля для генерации QR-кода с фиксированной ошибкой и встраиваемой сторонней информацией.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Изучить алгоритмы генерации QR-кода.
2. Изучить алгоритмы распознавания QR-кода.
3. Разработать архитектуру программного модуля.
4. Разработать программу и методику испытаний модуля.
5. Оформить руководство пользователя.

*Объектом* исследования являются алгоритмы генерации и распознавания QR-кодов, алгоритм формирования оптимальной матрицы, алгоритм генерации кодовых слов коррекции ошибки.

*Предметом* исследования является разработка программного продукта в виде встраиваемого модуля для генерации QR-кода с фиксированной ошибкой и встраиваемой сторонней информацией.

### **Личный вклад соискателя**

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя Сиротко С. И. заключается в формулировке целей и задач исследования.

### **Апробация результатов диссертации**

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на IX Всероссийской студенческой научно-практической конференции «Инновационные технологии при решении инженерных задач» (Дмитровград, Российская Федерация, 2011); Международной заочной научно-практической конференция «Актуальные вопросы современной информатики» (Коломна, Российская Федерация, 2012).

### **Опубликованность результатов диссертации**

По теме диссертации опубликовано 2 печатных работы в сборниках трудов и материалов международных конференций.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, библиографического списка, списка публикаций автора и четырех приложений. В первой

главе проведен анализ использованных библиографических источников. Вторая глава посвящена системному программированию. В третьей главе описаны подходы, использованные при функциональном проектировании. Четвертая глава посвящена этапам разработки программных модулей. В пятой главе описывается программа и методики испытаний. В шестой главе содержится руководство пользователя программного модуля.

Общий объем работы составляет 64 страницы, из которых основного текста – 50 страниц, список использованных источников из 26 наименований на 2 страницах и 4 приложения на 11 страницах.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во **введении** определена область и указаны основные направления исследования, показана актуальность темы диссертационной работы, дана краткая характеристика исследуемых вопросов, обозначена практическая ценность работы.

В **первой главе** проведен анализ использованных библиографических источников.

Исследуемая технология изначально создавалась для внутреннего использования в компании. Спустя некоторое время технология нашла применение в разнообразных сферах жизни и была стандартизирована.

Международный стандарт, подробно описывающий ключевые моменты исследуемой технологии. Вначале стандарта перечисляются ключевые термины и понятия, каждый из терминов имеет небольшое описание, поясняющее значение и применение определения. Далее описываются данные, с которыми работает исследуемая технология, перечисляется список поддерживаемых типов по умолчанию, их параметры и свойства, а также случаи, в которых могут использоваться определенные виды данных. Основные типы данных:

- numeric mode (числовой);
- alphanumeric mode (символьный);
- binary mode (побайтовый);
- japanese mode (иероглифы).

Технологией предусмотрено использование наборов символов, отличных от основных типов (например, арабский, кириллица, греческий и другие). Для этого используется опция Extended Channel Interpretations(ECI).

В спецификации перечисляются необходимые этапы для преобразования информации из вида, получаемого от пользователя к виду необходимому для генерации картинки, которая является выходной информацией разрабатываемого приложения. Для каждого типа данных описан алгоритм кодирования, а также необходимые требования и допущения для правильного выполнения алгоритма. В описании стандарта присутствует большое количество различных таблиц, в которых отображены размеры и количества требуемых данных для определенных алгоритмов. Одним из этапов генерации QR-кода, является гене-

рация кодовых слов коррекции ошибки. В данном стандарте описываются возможные уровни коррекции ошибки:

- L - восстановление до 7% повреждений;
- M - восстановление до 15% повреждений;
- Q - восстановление до 25% повреждений;
- H - восстановление до 30% повреждений.

Для каждой версии кода и уровня коррекции ошибки, определяется необходимое количество и размер кодовых слов. В стандарте описывается, где и в каком порядке должны размещаться кодовые слова.

**Вторая глава** посвящена рассмотрению подходов, использованных при системном проектировании программного продукта.

Для гибкости и динамичности структуры разрабатываемого проекта необходимо разбиение всей системы на модули – независимые части архитектуры, структура и поведение которых подчиняется определенным заранее правилам.

Целью проекта является разработка программного продукта, позволяющего закодировать введенную пользователем информацию в виде QR-кода с размещением на нем дополнительной информации.

Процесс генерации QR-кода и размещения дополнительной информации можно разделить на несколько последовательных задач:

- ввод данных;
- ввод настроек;
- анализ настроек и данных;
- кодирование информации;
- генерация кодовых слов;
- генерация матрицы QR-кода;
- ввод дополнительной информации;
- обработка дополнительной информации;
- формирование результата.

Реализация каждого этапа очень важна для генерации QR-кода. Ошибки на одном из этапов приводят к тому, что код будет сгенерирован неправильно или не будет сгенерирован.

В **третьей главе** содержится описание классов генерации QR-кода, описание классов работы с дополнительной информацией, а также описание классов пользовательского интерфейса.

**Четвертая глава** посвящена кодированию данных, генерации кодовых слов коррекции ошибок, а также формированию матрицы QR-кода.

QR-код способен восстанавливать данные, если он поврежден или загрязнен. Четыре уровня коррекции ошибки позволяют пользователю в зависимости от условий использования QR-кода выбрать наиболее оптимальный. Особенность восстановления ошибок в QR-коде реализуется за счет добавления кодов Рида-Соломона к данным. Так как закодированные данные разделяются на блоки, кодовые слова генерируются для каждого блока отдельно. Возможность исправления ошибок зависит от количества данных, которые будут исправляться. Например, если есть 100 слов данных для кодирования, 50 из которых должны быть исправлены, требуется сгенерировать 100 слов кода Рида-Соломона. Так как количество слов кода Рида Соломона должно в два раза превышать количество исправляемых слов.

Формирование основной матрицы QR-кода начинается с ее инициализации символами «4». Используя версию кода, рассчитывается размер матрицы. Согласно спецификации размер (ширина или высота) QR-кодов двух соседних версий отличаются на 4 графических элемента. Самые первые элементы, которые помещаются в матрицу – это шаблоны определения позиции. Шаблоны определения позиции всегда размещаются на фиксированных местах: верхний левый, верхний правый и нижний левый углы.

В **пятой главе** содержится описание подходов к тестированию функционирования приложения, а также тестирование QR-кода на устойчивость к повреждениям.

Тестирование программы проводилось в два этапа:

– поэтапное тестирование отдельно каждого модуля в процессе написания программного кода;

полное тестирование программы после окончания процесса написания программного кода.

Тестирование программы направлено на доказательство ее соответствия заявленным требованиям. Приложение предназначено для генерации QR-кода и размещения на нем дополнительной информации. Для размещения информации используется способность QR-кода, восстанавливать закодированную информацию с повреждением до 30%.

**Шестая глава** представляет собой руководство пользователя программным модулем.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе реализации магистерской диссертации был проведен анализ существующих программных средств генерации QR-кода. На основании анализа характеристик существующих аналогов были выделены основные достоинства, которые были реализованы в данной работе.

В результате выполнения был разработан программный модуль генерации QR-кода с возможностью размещения дополнительной информации. Проведено тестирование работоспособности разработанного программного средства. Разработанное приложение предоставляет пользователю следующие возможности:

- генерация QR-кода;
- размещение на QR-коде дополнительной информации в виде текста и изображения;
- изменение визуального отображения QR-кода.

Дальнейшее развитие данного приложения предполагает его размещение в сети Internet в качестве Web-сервиса. Предполагается расширение функционала обработки дополнительной информации, что позволит пользователю обрабатывать размещаемую информацию, не используя стороннее программное обеспечение. Портинг разработанного приложения на мобильные платформы значительно увеличит аудиторию пользователей и позволит использование разработанного функционала в различных условиях без использования персонального компьютера.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Горбик В. В., Донов Е.П. Повышение эффективности работы предприятия путем внедрения АСУ. IX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция «Инновационные технологии при решении инженерных задач», 31 марта 2011 г., Димитровград. – Димитровград: Технологический институт – филиал ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия», 2011. – 376 с. – с. 308

2. Горбик В. В., Донов Е.П. Особенности разработки мобильных приложений. Международная заочная научно-практическая конференция «Актуальные вопросы современной информатики», 1-15 апреля 2012 г., Коломна. – Коломна: Московский государственный областной социально-гуманитарный институт, 2012. – 211 с. – с. 104