

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

УНИВЕРСИТЕТ ИТМО

В.В. Волхонский

**СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ
И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ
ШТРИХОВЫЕ КОДЫ**

Учебное пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**Санкт-Петербург
2015**

Волхонский В. В. Системы контроля и управления доступом. Штриховые коды. – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 53 с. Рис. 30. Библ. 15.

Рассматриваются такие широко распространенные идентификаторы систем контроля доступа, как штриховые коды. Анализируются принципы построения, особенности основных типов линейных и матричных штриховых кодов, используемых в настоящее время.

Учебное пособие предназначено для обучения магистров по направлению 16.04.01 «Техническая физика» в рамках магистерской программы «Оптоэлектронные системы безопасности». Может быть рекомендовано слушателям курсов повышения квалификации и техническим специалистам, занимающимся проектированием и эксплуатацией систем контроля и управления доступом.

Рекомендовано к печати ученым советом инженерно-физического факультета, протокол № 3 от 10.03.2015.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 в 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Университет ИТМО, 2015
© В. В. Волхонский, 2015

Введение

В настоящее время системы контроля и управления доступом получили весьма широкое распространение. Одним из основных элементов таких систем являются идентификаторы [1]. К числу наиболее распространенных типов идентификаторов можно отнести и штриховые коды. Штриховые коды являются одним из самых старых методов автоматической идентификации и достаточно широко используются на практике.

Это обусловлено, с одной стороны, очень низкой стоимостью таких идентификаторов и, с другой стороны, достаточно широкими функциональными возможностями, позволяющими решать большой круг практических задач в самых разных областях – в почтовой связи, для маркировки товаров и багажа; для создания музейных баз данных и многих других. То есть главным образом они используются в системах идентификации и контроля доступа различных предметов.

Большое распространение штриховых кодов вызвано также и технологическими достижениями последнего времени в области создания устройств формирования видеоизображений и их обработки. Это позволило разработать и производить приемлемые по стоимости и эффективные в работе считыватели штриховых кодов, в основу принципа действия которых положено формирование полного видеоизображения кодов. В свою очередь наличие таких считывателей привело к возможности широко использовать не только одномерные линейные, но и двумерные штриховые коды, позволяющие кодировать большие объемы информации.

Рассмотрим, какие принципы заложены в основу штриховых кодов.

Способ кодирования (нанесения) информации – графический. Данные наносятся в виде определенных последовательностей штрихов и промежутков различного размера, т. е. в виде прямоугольных графических элементов разного цвета. Обычно это черный и белый.

Способ считывания – оптический. Каждый символ кодируется определенным количеством штрихов и пробелов. Информационными параметрами в штриховом коде являются оп-

ределенная комбинация этих штрихов и их параметров – соотношение ширины темных полос (штрихов) и ширины светлых полос (пробелов между штрихами) и количества этих штрихов. Штриховой код в общем случае может содержать как цифры, так и буквы, а также специальные символы.

Различают две основные группы штриховых кодов – одномерные (линейные) (рис. 1.1) и двумерные (рис. 1.2) коды.



Рис. 1.1. Примеры одномерных штриховых кодов



Рис. 1.2. Примеры двумерных штриховых кодов

Существуют различные типы штриховых кодов. Каждый тип обладает своими преимуществами и особенностями, поэтому, как правило, используется в определенной области практического применения. Так, некоторые коды имеют высокую плотность записи информации, позволяющую разместить на ограниченном пространстве большой объем данных. Существуют коды с возможностью проверки считанной информации, обеспечивающей контроль ошибок при чтении. Некоторые штриховые коды позволяют записывать как цифровую, так и символьную информацию.

1. ЛИНЕЙНЫЕ ШТРИХОВЫЕ КОДЫ

Линейными (одномерными) называются штриховые коды, читаемые в одном направлении (поперек штрихов). Линейный штриховой код представляет собой группу вертикальных полос различной ширины (см. рис. 1.1), наносимых на поверхность либо идентификатора, либо предмета, который необходимо идентифицировать. Символы кода кодируются определенными последовательностями штрихов и промежутков между ними.

Принципы построения

Место, отведенное для каждого символа кода, называется знаком и является основной единицей информации в штриховом коде. Как правило, знаки имеют одинаковую ширину, т. е. каждый символ кодируется графическим элементом одинаковой ширины.

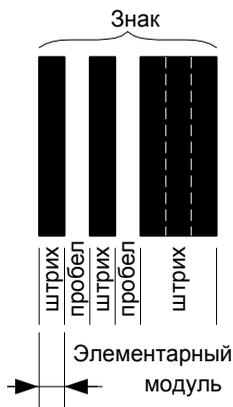


Рис. 1.3. Знак штрихового кода

Элементарный модуль – это самый узкий элемент – штрих или пробел. Ширина любого графического элемента кода (знака) кратна значению ширины элементарного модуля.

С точки зрения обработки закодированной информации такое представление соответствует широтно-импульсной модуляции.

Для формализации записи элементов кода и кодовых последовательностей обычно используют двоичное представление,

например, для кода на рис. 1.3 это будет 1010111. Кроме того, иногда для характеристики линейных кодов применяют также десятичное представление последовательности длительностей элементов. В упомянутом примере это 11113.

Основные принципы формирования штриховых кодов следующие:

- для каждой цифры отводится определенное количество элементарных полей, т. е. ширина знака одна и та же (в последнем примере это 7);
- количество штрихов и пробелов в разных знаках одинаковое (в примере на рис. 1.3 – три штриха и два пробела);
- используется фиксированный набор значений ширины штрихов и пробелов.

Наиболее распространенными в настоящее время можно считать следующие штриховые коды: EAN (EAN-8, состоящий из 8 цифр, и EAN-13 – из 13 цифр), UPC (UPC-A, UPC-E), Code39, Code128 (UCC/EAN-128), Interleaved 2 of 5. Линейные символика позволяют кодировать сравнительно небольшой объем информации (до 20–30 символов, обычно цифр). Однако это позволяет решать достаточно широкий круг задач. На рис. 1.4 приведены примеры кодов, используемых для маркировки товаров (рис. 1.4, а, б), почтовых отправлений (рис. 1.4, в, г), авиабагажа и билетов (рис. 1.4, д), различных предметов (рис. 1.4, е–к, м) и документов (рис. 1.4, л).



а)



б)



в)

FROM: GRAHAM PRINCE
 01344 656279
 HONEYWELL BUILDING SOLUTIONS
 HONEYWELL HOUSE
 BRACKNELL RG12 1EB
 UNITED KINGDOM

ENV 1 OF 1
 SHP#: 49W7 X2GX 994
 DATE: 4 NOV 2009



RUS 838 7-00



SHIP TO: +79219649910
 VLADIMIR VOLKHONSKI
 0000000000
 HONEYWELL
 79A MOSKOVSKI AVE, OF. 613
 196084 SAINT-PETERBURG
 RUSSIA

UPS SAVER

TRACKING #: 1Z 49W 7X2 04 4519 8413

1P

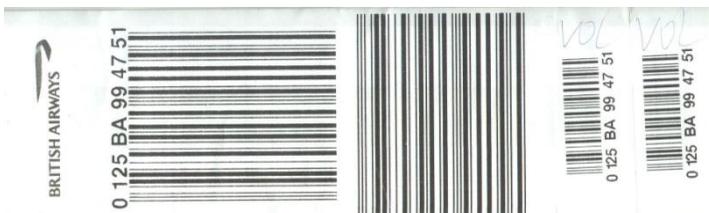


Invoice No.: L SELVES
 Purchase No.: 90046100

BILLING: P/P
 DESC: DOCUMENTS

EDI-DOC

2)



д)



е)



ж)

SKN6371C



з)



и)



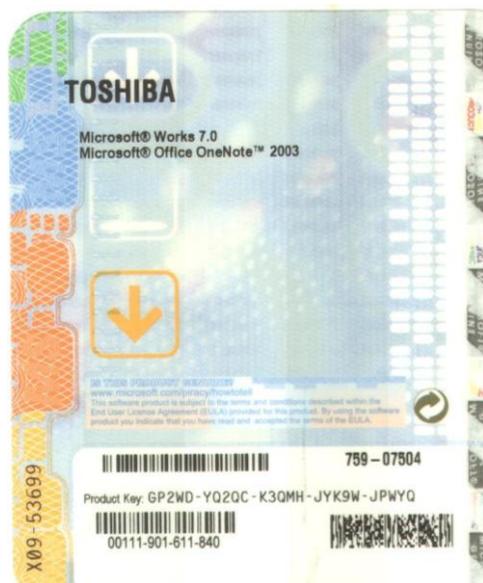
к)



ИНН 009909138700
 КПП 783551001 Стр. 001

Налоговая декларация
 по налогу на прибыль иностранной организа

л)



м)

Рис. 1.4. Примеры практических применений линейных штриховых кодов

Существует ряд основных стандартов штриховых кодов, рассмотрим наиболее распространенные подробнее.

1.1. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЛИНЕЙНЫХ КОДОВ

Для различных практических приложений используют разные линейные штриховые коды. К наиболее распространенным в области маркировки (идентификации) товаров следует отнести универсальный код товара UPC и европейский код товара EAN-13.

В системах контроля и управления доступом наиболее часто используются штриховые коды Interleaved 2 of 5 и Code 39. Первый позволяет кодировать только цифровую информацию, а второй – цифровую и символьную.

Принципы кодировки в штриховых кодах товаров

Рассмотрим принципы построения графического изображения основных версий универсального кода товара UPC-A и европейского кода товара EAN-13, которые практически идентичны.

Кроме общих основных требований к штриховым кодам, как частному случаю идентификаторов, предъявляются дополнительные требования:

- симметричность – код должен читаться правильно в любом направлении – прямом и обратном, т. е. при любой ориентации (в том числе и перевороте);
- инвариантность к сочетанию цвета или тона – черные штрихи/белые промежутки и наоборот;
- простота нанесения/считывания;
- дешевизна;
- высокая надежность правильности считывания, поскольку ошибки приводят к получению неправильных цен из базы данных.

Графическое изображение рассматриваемых кодов (рис. 1.5) состоит из двух групп знаков, каждая из которых соответствует определенной цифре кода. В каждой группе, левой и правой, по шесть знаков. Группы знаков разделяются так называемыми защитными шаблонами. Эти шаблоны содержат штрихи единичной ширины, которые служат для синхронизации сканеров (считывателей) штрихового кода. На графическом изображении кода они имеют большую высоту, чем остальные элементы кодов. Левые и правые защитные шаблоны состоят из трех штрихов единичной ширины — двух темных и одного светлого между ними. Средний защитный шаблон состоит из пяти штрихов — трех светлых и двух темных. Все остальное – цифры кода.

Как видно из рис. 1.5, отличия графических изображений только внешние, непринципиальные. Они заключаются в длине штрихов первого и последнего знаков, а также в месте и размерах написания дополнительной цифровой информации, дублирующей закодированные графически цифры.



Рис. 1.5. Графические изображения штриховых кодов товаров UPC-A и EAN-13

Различия по содержанию кодов UPC-A и EAN-13 состоят в количестве кодируемых цифр (12 и 13 соответственно) и некоторых отличиях в самой кодировке этих цифр, которые рассматриваются ниже.

Универсальный код товара

Универсальный код товара UPC (Universal Product Code) – это американский стандарт штрихового кода, предназначенный для идентификации как самого товара, так и завода-изготовителя. Это простой и практически симметричный линейный штриховой код, содержащий только цифры.

Структура кода

Различают две основные версии кода UPC:

- полный UPC-A, позволяющий кодировать 12 цифр кода (рис. 1.6, а);
- сокращенный UPC-E для кодирования шести цифр (рис. 1.6, б).



Рис. 1.6. Штриховые коды UPC-A и UPC-E

В коде UPC-A каждая цифра представляется последовательностью из 7 бит, закодированной серией чередующихся штрихов и пробелов (рис. 1.7) [2].

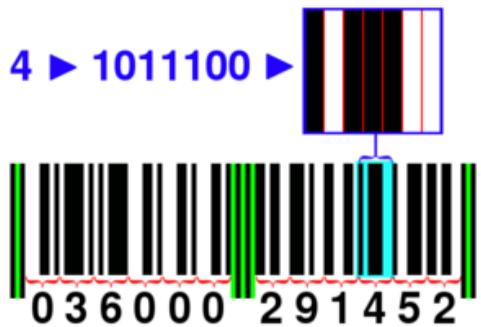


Рис. 1.7. Структура кода UPC

Код состоит из двух групп цифр, по шесть цифр в каждой группе — левой и правой. Защитные шаблоны, разделяющие группы цифр, содержат штрихи единичной ширины. Как отмечалось, они служат для синхронизации сканеров штрихового кода. Левые и правые защитные шаблоны состоят из трех, средних — из пяти штрихов. Все остальное соответствует цифрам кода.

- Основные принципы построения такого кода следующие.
 - Каждая цифра кодируется с помощью четырех штрихов — двух светлых и двух темных.

- Каждый штрих может иметь относительную ширину в одну, две, три или четыре единицы.
- Общая ширина штрихов для одной цифры всегда составляет семь единиц.
- Максимальная длина темного или светлого участка не может превышать четырех единиц.
- Общая ширина всего кода всегда равна 95 единицам.
- В любом коде 29 светлых и 30 темных штрихов.

Все эти технические решения важны, прежде всего, для надежности и простоты сканирования этого кода.

Последняя цифра кода – это контрольное число, которое служит для выявления возможной ошибки при чтении кода сканером или от ручного ввода цифр кода с клавиатуры.

Битовое представление цифр и защитных шаблонов показано в табл. 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1

Цифра	Левый код	Правый код	Ширина линий
0	0001101	1110010	3-2-1-1
1	0011001	1100110	2-2-2-1
2	0010011	1101100	2-1-2-2
3	0111101	1000010	1-4-1-1
4	0100011	1011100	1-1-3-2
5	0110001	1001110	1-2-3-1
6	0101111	1010000	1-1-1-4
7	0111011	1000100	1-3-1-2
8	0110111	1001000	1-2-1-3
9	0001011	1110100	3-1-1-2

Из табл. 1.1 видно, что кодировка одних и тех же цифр для правой и левой частей кода инверсная, что соответствует негативному изображению самих кодов. Но ширина линий – одна и та же. Поэтому и при прямом, и при обратном считывании последовательность длительностей импульсов будет иметь зеркальную симметрию. И, соответственно, направление считывания легко распознается программным способом. Например, прямое и обратное считывание цифры ноль приведет к форми-

рованию последовательности импульсов с длительностями в соотношении 3-2-1-1 и 1-1-2-3.

Таблица 1.2

Кодировка защитных шаблонов			
Шаблон	Левый	Центральный	Правый
Левый защитный шаблон	101		
Средний защитный шаблон		01010	
Правый защитный шаблон			101

Таким образом, можно отметить следующие отличительные особенности:

- постоянная длина кода;
- высокая помехозащищенность;
- максимальное отличие битового представления цифр;
- переход с одной цифры на другую – обязательно со смежной штриха на пробел или наоборот;
- наличие «разделителей» или синхронизационных полей;
- равное количество штрихов в правой и левой частях кода.

Расчет контрольного числа

Если $n_i, i=1, 2, \dots, 12$ – числа кода, то контрольная сумма вычисляется по следующему алгоритму.

1. Суммируются все цифры $n_i, i=1, 3, \dots, 11$ (первая, третья, пятая и т. д.) на нечетных позициях и результат умножается на 3.
2. Суммируются все цифры $n_i, i=2, 4, \dots, 10$ (вторая, четвертая, шестая и т. д.) на четных позициях.
3. Обе суммы складываются, и от полученного результата остается только последняя цифра.
4. Эту цифру вычитают из 10.
5. Конечный результат этих вычислений и есть контрольная цифра (десятке соответствует цифра 0).

При считывании кода правильность считывания проверяется похожим способом:

- 1) суммируются все нечетные цифры и умножаются на 3;
- 2) суммируются все четные цифры n_i , $i=2, 4, \dots, 12$, включая контрольную цифру;
- 3) эти суммы складываются, и оставляется последняя цифра от результата.

Если эта цифра ноль, то принимается решение, что код считан правильно, если любая другая, то код однозначно считан неверно.

Европейский код товара EAN-13

Необходимость использовать единую или, по крайней мере, близкую кодировку как для американских, так и для европейских товаров привела к постановке задачи разработки соответствующего кода. При этом код UPC, содержащий 12 цифр, стал основой для разработки европейского кода EAN-13 (рис. 1.8, *a*), использующего 13 цифр. Также есть сокращенная версия европейского кода товара EAN-8, состоящего из восьми цифр (рис. 1.8, *б*).



Рис. 1.8. Европейские коды товара

Основные требования, предъявленные при разработке европейской кодировки, остались те же самые, что и упомянутые выше требования к универсальному коду товара. Но дополнительно были сформулированы также следующие:

- максимальная совместимость с кодировкой UPC;
- расширение диапазона кодов для европейских производителей.

Цифровой код UPC может считаться частным случаем или подмножеством кода EAN-13. Коды UPC легко преобразуются в

EAN-13 (но не наоборот) добавлением 13-й цифры «ноль» перед двенадцатью цифрами кода UPC. То есть цифровой код EAN-13 будет отличаться от UPC одной дополнительной цифрой в начале. Напомним, что графические представления кодов идентичны.

Важно отметить, что кодировка EAN-13 для кодов, соответствующих UPC, идентична UPC. Это обеспечивает совместимость американских кодов для чтения в Европе без какой-либо перепечатки этикеток или упаковки товара.

Структура кода

Дополнительная 13-я цифра (первая по счету) обычно указывается арабской цифрой слева от штрихового кода и кодируется с помощью 12 основных цифр кода. Код EAN-13 условно можно разделить на 5 типовых зон:

- префикс национальной организации GS1 (3 цифры);
- регистрационный номер производителя или продавца товара (4–6 цифр);
- код товара (3–5 цифр);
- контрольное число (одна цифра).

Кодировка дополнительной цифры

Информация о дополнительной 13-й цифре (по сравнению с кодом UPC) заложена в кодировке цифр левой половины штрихового кода (табл. 1.3). Правая половина кода (R – right) при этом не меняется.

Из этой таблицы видно, что для кодирования левой группы цифр используется два варианта кода – L-код (левый), совпадающий с кодом UPC, и G-код. Последний в табл. 1.3 обозначен буквами G. Таким образом, каждая из шести цифр левой части может быть закодирована либо L-кодом, либо G-кодом.

Для цифры 0 код L левой и R правой частей не меняется. То есть неизменность кодов левой части соответствует дополнительной 13-й цифре «ноль» в американской кодировке.

Для других цифр европейской кодировки, отличных от нуля, производится замена кодов на некоторых позициях. Если стандартные коды в левой и правой частях отличаются негативным изображением штрихов (или инверсным кодом), то коды

13-й цифры зеркально-негативны кодам левой части и зеркальны кодам правой (табл. 1.4).

Таблица 1.3

Структура кода EAN-13		
Первая цифра	Первая (левая) группа из 6 цифр	Вторая (правая) группа из 6 цифр
0	LLLLLL	RRRRRR
1	LLGLGG	RRRRRR
2	LLGGLG	RRRRRR
3	LLGGGL	RRRRRR
4	LGLLGG	RRRRRR
5	LGGLLG	RRRRRR
6	LGGGLL	RRRRRR
7	LGLGLG	RRRRRR
8	LGLGGL	RRRRRR
9	LGGLGL	RRRRRR

Таблица 1.4

Кодирование цифр			
Цифра	L-код	G-код	R-код
0	0001101	0100111	1110010
1	0011001	0110011	1100110
2	0010011	0011011	1101100
3	0111101	0100001	1000010
4	0100011	0011101	1011100
5	0110001	0111001	1001110
6	0101111	0000101	1010000
7	0111011	0010001	1000100
8	0110111	0001001	1001000
9	0001011	0010111	1110100

Расчет контрольного числа

Расчет контрольного числа кода EAN выполняется по алгоритму, аналогичному алгоритму расчета контрольного числа кода UPC. Для этого необходимо выполнить следующие операции.

1. Сложить цифры, стоящие на четных местах.
2. Полученную сумму умножить на 3.
3. Сложить цифры, стоящие на нечетных местах, без контрольной цифры.
4. Сложить числа, указанные в пп. 2 и 3.
5. Отбросить десятки.
6. Из 10 вычесть значение, полученное в п. 5.

Несовпадение контрольной считанной и вычисленной контрольной цифры свидетельствует либо об ошибке считывания, либо об ошибке ручного ввода кода, либо о некорректном (нелегальном) коде.

Код чередующийся 2 из 5

Код чередующийся 2 из 5 (Interleaved 2 of 5) является непрерывным штриховым кодом переменной длины с кодированием цифр от 0 до 9. Он относится к кодам с высокой плотностью записи и позволяет записывать до 18 цифр на дюйм при ширине элементарного модуля 0,19 мм. Высокая плотность достигается за счет исключения пробелов, разделяющих соседние знаки (рис. 1.9).



Рис. 1.9. Примеры штрихового кода Interleaved

Код Interleaved используется во многих областях для кодирования цифровых данных и является стандартным международным кодом для маркирования тары и упаковки предметов поставки [3]. Этот код широко применяется в автоматизированных системах для идентификации предметов складирования, багажа в аэропортах (см. рис. 1.4, *д*), почтовых отправлений (см. рис. 1.4, *в*) и др. Он принадлежит к семейству кодов «2 из 5» и имеет пять элементов в знаке, два из которых являются широкими.

Структура кода

Основные параметры кода определены в [3]. На рис. 1.10 показана структура такого кода.

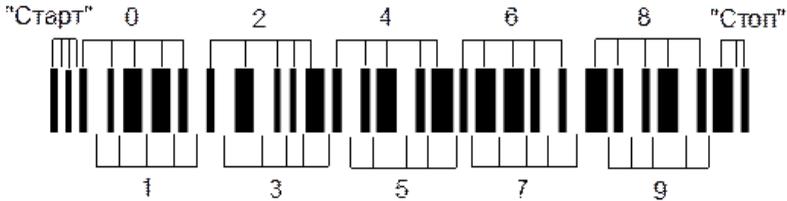


Рис. 1.10. Структура кода Interleaved 2 of 5

Особенностью рассматриваемого кода является представление пар цифр в знаках штрихового кода с помощью пяти штрихов и пяти промежутков. При этом используется чередование цифр: на нечетных позициях (считая слева направо) знаки изображаются штрихами, а на четных – пробелами (см. рис. 1.10). От этого произошло название кода – Interleaved («чередующийся»). При кодировании данных с нечетным количеством знаков впереди записывается «0».

Таблица 1.6

Знак	Комбинация широких (1) и узких (0) элементов
0	00110
1	10001
2	01001
3	11000
4	00101
5	10100
6	01100
7	00011
8	10010
9	01010
Старт	0000
Стоп	100

В двоичном изображении широкий штрих или широкий промежуток идентичен «1», узкий штрих или узкий промежуток

– «0» (табл. 1.6). Соотношение ширины широкого и узкого элементов составляет от 2,0:1 до 3,0:1.

Длина кода в миллиметрах вычисляется по формуле

$$L = (K(4N + 6) + N + 6)X + 2Q,$$

где Q – ширина свободной зоны; N – отношение ширины широкого элемента к ширине узкого; K – число пар знаков; X – ширина узкого элемента.

Кроме упомянутых особенностей кода, можно также отметить следующие:

- самоконтроль знаков кода;
- один контрольный знак (не обязательный);
- двунаправленное декодирование;
- свободные зоны до и после кода.

Знак «Старт» состоит из двух узких штрихов и двух узких промежутков. Знак «Стоп» состоит из одного широкого штриха, одного узкого штриха и одного узкого промежутка. Перед знаком «Старт» и после знака «Стоп» должны быть свободные зоны (рис. 1.11).

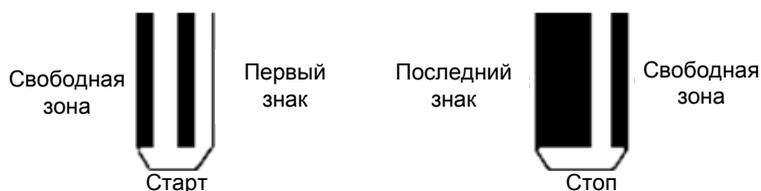


Рис. 1.11. Знаки «Старт» и «Стоп»

Алгоритм кодирования

Алгоритм кодирования следующий.

1. По кодируемым данным (последовательности цифр) рассчитывается контрольная цифра, если это необходимо.
2. Если строка данных, включая контрольную цифру, имеет нечетное количество цифр, впереди ставят цифру ноль.
3. Строку данных разбивают на пары цифр.
4. Кодировются пары цифр следующим образом:
 - первую цифру каждой пары кодируют в виде комбинации штрихов в соответствии с табл. 1.6;

- вторую цифру каждой цифровой пары кодируют в виде комбинации пробелов в соответствии с табл. 1.6.
5. Каждую пару знаков символа кода образуют путем чередования комбинаций элементов – штрихов и пробелов, полученных в п. 4. При этом за каждым штрихом первого знака пары данных должен следовать соответствующий пробел для второго знака данных.

Последовательность элементов штрихов и пробелов, кодирующих две пары знаков данных «03 67», приведена на рис. 1.12.

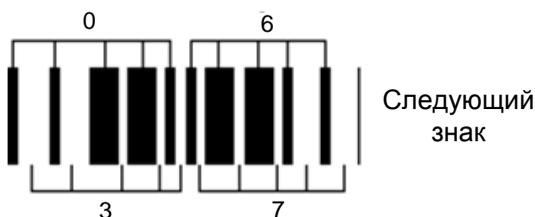


Рис. 1.12. Две пары знаков символа, кодирующих «03 67»

Знаки «Старт» и «Стоп», их связь со знаками символа, отображающими данные, а также полный символ штрихового кода для числа 1234 с указанием свободных зон приведены на рис. 1.13.



Рис. 1.13. Символ Interleaved 2 of 5, включая свободные зоны

В коде Interleaved для повышения надежности считывания обычно используется контрольный знак. Контрольный знак располагается непосредственно после информационных знаков перед знаком «Стоп». Если добавление контрольного знака делает количество знаков в кодируемых данных нечетным, впереди

кодовой строки непосредственно после знака «Старт» добавляется «0».

Штриховой код Code 39

Штриховой код Code 39 является непрерывным кодом переменной длины и позволяет отобразить 43 символа, среди которых цифры, 26 символов английского алфавита и 7 служебных символов. Этот код может быть расширен для кодирования всех 128 символов ASCII удвоением числа знаков, приходящихся на один символ.

Этот код иногда называют «Код 3 из 9» (Code 3 of 9). Наименование штрихового кода связано со структурой изображения знаков «3 из 9», где три элемента знака (два штриха и один пробел) из девяти являются широкими, а остальные шесть – узкими (рис. 1.14). Каждый символ начинается и заканчивается темным штрихом, состоит из пяти темных и четырех светлых штрихов. Отношение ширины узкого и широкого штриха может составлять от 2,2:1 до 3:1.



Рис. 1.14. Пример кода Code 39

Достоинством этого кода является его очень высокая достоверность чтения, которая может быть увеличена добавлением в символ контрольного знака. Основные параметры кода определены в [4]. На рис. 1.15 показана структура кода.

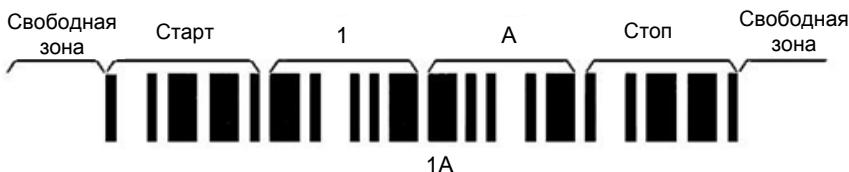


Рис. 1.15. Структура кода Code 39

Символы рассматриваемого кода в соответствии с рис. 1.15 включают в себя:

- начальную свободную зону;
- знак «Старт»;
- один или несколько знаков символа (1А на рис. 1.15), представляющих данные (включая контрольный знак символа, если он присутствует);
- знак «Стоп»;
- конечную свободную зону.

Пробел (межзнаковый интервал) должен отделять знаки в символе.

Длина кода в миллиметрах вычисляется по формуле

$$L = (K + 2)(3N + 6)X + (K + 1)Y + 2Q,$$

где Q – ширина свободной зоны; N – отношение ширины широкого элемента к ширине узкого; K – число знаков; X – ширина узкого элемента; Y – ширина межзнакового интервала.

Таким образом, к основным особенностям кода можно отнести следующие:

- самоконтроль знаков;
- один контрольный знак (не обязательный);
- возможность использовать двунаправленное декодирование;
- разделение знаков пробелом;
- необходимость иметь до и после кода свободные зоны.

Организации по стандартизации

Стандартизацией и регистрацией кодов UPC занимались две организации: UCC (Uniform Code Council, Inc.) в США и ECCS (Electronic Commerce Council of Canada) в Канаде. В 2005 году эти организации объединились с некоммерческой и неправительственной организацией – европейской ассоциацией EAN (European Article Number) и образовали глобальную организацию по стандартизации GS1. В России GS1 представлена Ассоциацией автоматической идентификации ЮНИСКАН / GS1. Это единственная организация – представитель GS1 на террито-

рии Российской Федерации. GS1 предоставила ЮНИСКАН / GS1 России право использования товарного знака GS1.

Глобальный префикс предприятия

Глобальный префикс предприятия [5] GCP (Global Company Prefix) – это группа из девяти цифр, представляющая собой международный регистрационный номер предприятия в системе GS1. Он входит составной частью в товарные номера EAN-13, глобальный идентификационный номер GLN, серийный код транспортной упаковки SSCC-18. Из штриховых кодов на упаковке товара EAN-13, номеров GLN, SSCC-18 всегда можно выделить GCP и по нему определить изготовителя товара или принадлежность логистической отправки (груза).

Регистрационный номер состоит из префикса национальной организации, который присваивает GS1, и номера предприятия внутри национальной организации.

Заметим, что префиксы национальных организаций не является подтверждением страны происхождения товара [6] – он означает лишь диапазон, выделенный для присвоения идентификационных номеров GS1 предприятиям, обращающимся за их получением в определенной стране. При этом данный товар может быть произведен в любой другой стране мира.

Для примера в табл. 1.7 приведены префиксы некоторых национальных организаций.

Таблица 1.7

Префиксы в системе GS1	
000–019	США
030–039	США
300–379	Франция
400–440	Германия
450–459 & 490–499	Япония
460–469	Россия
481	Беларусь
489	Гонконг
500–509	Великобритания
560	Португалия
640–649	Финляндия

690–695	Китай
778–779	Аргентина
789–790	Бразилия
800–839	Италия
840–849	Испания
868–869	Турция

Глобальный номер предмета торговли

Глобальный номер предмета торговли [7] GTIN (Global Trade Item Number) – это 14-разрядный международный номер товара, используемый в электронных каталогах и информационных системах. Для хранения номера товара в компьютерных базах данных рекомендуется отводить специальное поле GTIN длиной 14 разрядов. В это поле GTIN можно поместить все существующие варианты товарных номеров EAN/UCC-8, UCC-12, EAN-13 со сдвигом вправо и заполнением нулями позиций слева (табл. 1.8).

Таблица 1.8

Разряды	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
EAN-8	0	0	0	0	0	0	4	6	0	0	0	0	1	9
EAN-13	0	4	6	0	7	0	0	9	5	2	0	0	1	8

В нашем примере EAN-8 и EAN-13 будут представлены в виде GTIN следующим образом (табл. 1.9).

Таблица 1.9

EAN-8	46000019	GTIN=00000046000019
EAN-13	460700952 0018	GTIN=04607009520018

Глобальный номер места нахождения

Глобальный номер места нахождения [8] GS1 GLN (Global Location Number) представляет собой 13-разрядный цифровой код (номер), предназначенный для идентификации предприятий, функциональных подразделений, физических местоположений. По номеру GS1 GLN в базе данных при необходимости можно отыскать более подробную информацию о предприятии (организации) или подразделении, например, юридический и почто-

вый адрес, финансовые реквизиты, фамилии директора и управляющих, характеристики складских помещений и т. д.

Код GS1 GLN имеет фиксированную длину 13 цифр и всегда начинается с глобального префикса предприятия GCP (9 знаков).

2. ДВУМЕРНЫЕ ШТРИХОВЫЕ КОДЫ

Одномерные коды имеют недостатки, ограничивающие их применение в ряде задач. К таким недостаткам можно отнести следующие.

1. Избыточность – по вертикали высота штрихов не несет никакой информации. Это приводит к низкой плотности записи. На начальном этапе использования таких кодов это объяснялось достаточно низкими (по сравнению с современными) возможностями считывателей. Хотя стоит отметить, что такая избыточность позволяет повысить вероятность правильного считывания символов кода при его повреждении.
2. Объем информации (количество символов), которую можно закодировать в линейном штриховом коде, ограничен размерами поверхности, на которую код наносится, и минимальными размерами штрихов кода.

Таким образом, возникла задача увеличить количество кодируемых символов при одновременном увеличении плотности записи. То есть увеличить объем кодируемой информации на площади меньше той, которую занимает штриховой код.

Основной путь решения такой задачи – повышение плотности записи путем кодирования символов не только по горизонтали, но и по вертикали, т. е. в двух измерениях.

Для этой цели используют двумерные коды, разработанные для записи большого объема информации (до нескольких тысяч символов). А для сохранения надежности считывания информации можно использовать современные методы избыточного кодирования и коррекции ошибок.

Типы двумерных кодов

Существует два основных вида двумерных кодов: стекковые и матричные [9].

Стековые представляют собой, по сути, множество одномерных (линейных) штрихкодов небольшой высоты, расположенных один над другим (рис. 2.1). Наиболее известные представители этого семейства штрихкодов – PDF417, позволяющий хранить до 2000 символов, и MicroPDF (код создан на основе PDF417 и имеет ограниченный набор размеров символов и фикс-

сированный уровень коррекции ошибок для каждого размера символа).



Рис. 2.1. Двумерные стековые штриховые коды PDF417 и MicroPDF

Матричные двумерные коды основаны на расположении черных элементов внутри матрицы. Каждый черный элемент имеет определенный размер, а его положение кодирует данные. Наибольшее распространение получили матричные символика Datamatrix, MaxiCode (рис. 2.2), Aztec, QRCode и Aztex Mesa.



Рис. 2.2. Двумерные матричные штриховые коды Datamatrix и MaxiCode

Для примера, символика Datamatrix позволяет кодировать как цифровую, так и буквенную информацию. Код обладает большими возможностями масштабирования, что теоретически может обеспечить плотность до 500 млн символов на один дюйм. Использовать такие возможности очень заманчиво, но, к сожалению, пока не существует устройств, способных распечатать и считать код такой плотности. Код не очень чувствителен к дефектам печати, так как данные кодируются абсолютной позицией элемента в коде, т. е. его расположением относительно границ кода. По его изображению считывающее устройство получает информацию об ориентации кода и его плотности по

специальным измерительным линейкам и специально распределенным по краям кода точкам. Наибольшее распространение данный код получил в маркировке электронных изделий (процессоров, плат и т. п.), так как он позволяет сохранить до 50 символов на 3 мм² поверхности.

2.1. СТЕКОВЫЕ КОДЫ

Двумерные стековые штриховые коды PDF417

Двумерные стековые штриховые коды PDF417 (Portable Data File), поддерживающий кодирование до 2710 знаков. Код позволяет кодировать три типа данных: текст (ASCII), байты и числа.

Код PDF417 предусматривает полиномиальное кодирование Рида – Соломона дополнительных данных для восстановления информации. Количество дополнительных контрольных слов зависит от уровня коррекции ошибок.

Параметры и особенности кода определены в [10].

Основные особенности рассматриваемого кода:

- непрерывный;
- многострочный;
- с самоконтролем знака;
- задаваемая коррекция ошибок;
- двунаправленное декодирование.

Основные параметры кода PDF417:

- количество строк – от 3 до 90;
- количество столбцов – от 1 до 30;
- длина в модулях – от 90 до 583, включая свободные зоны;
- максимальное количество кодовых слов – 928;
- максимальное количество кодовых слов данных – 925;
- задаваемая коррекция ошибок – от 2 до 510 кодовых слов на символ.

Структура символа PDF417

Символ кода PDF417 имеет структуру, показанную на рис. 2.3.

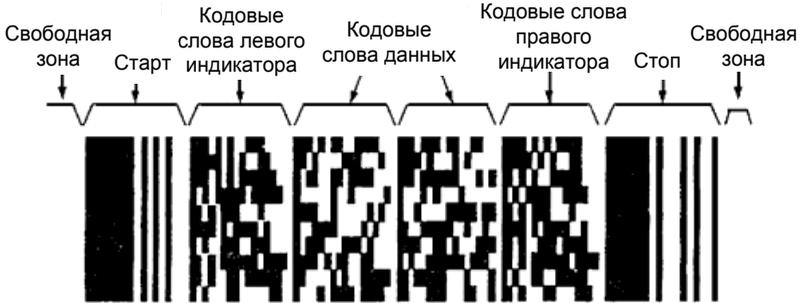


Рис. 2.3. Структура символа PDF417

Каждая строка PDF417 должна содержать:

- начальную свободную зону;
- знак «Старт»;
- знак символа левого индикатора строки;
- от 1 до 30 знаков символа;
- знак символа правого индикатора строки;
- знак «Стоп»;
- конечную свободную зону.



Рис. 2.4. Пример использования кода PDF417

В настоящее время PDF417 широко применяется в иден-

тификации личности, учете товаров, при сдаче отчетности в контролирующие органы и других областях (рис. 2.4). Формат PDF417 открыт для общего использования.

2.2. МАТРИЧНЫЕ КОДЫ

Двумерный штриховой код Aztec

Двумерный штриховой код Aztec – код с высокой плотностью записи – его считывание и декодирование осуществляются в двух измерениях. Он позволяет кодировать до 3750 символов полного набора ASCII (256 байт).

Этот штриховой код представляет собой квадратную матрицу элементов, в центре которой располагается «мишень», составленная из концентрических квадратов, которые служат для обнаружения кода и определения его положения относительно считывающего устройства. Данные в виде черных и белых модулей (элементарных квадратов черного или белого цвета) размещаются на различном расстоянии от центра по периметру опорных квадратов (рис. 2.5, а, б).

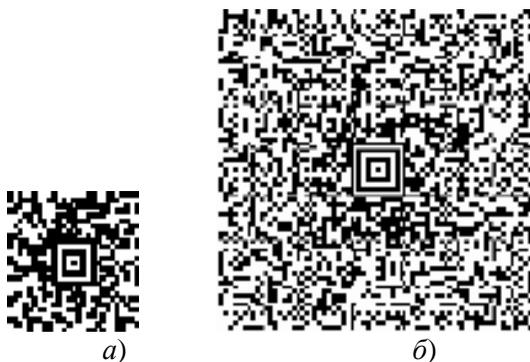


Рис. 2.5. Примеры штрихового кода Aztec

Такой способ позволяет кодировать различный объем данных, который пропорционален размерам матрицы. Кроме этого, могут использоваться различные способы обнаружения и коррекции ошибок на основе кодов Рида – Соломона. Параметрами для штрихкода Aztec являются размеры элементарного

модуля и способ обнаружения и коррекции ошибок. Минимальные размеры штрихкода составляют 15×15 модулей (что позволяет кодировать 12 ASCII-символов с 40%-й избыточностью), максимальные – 151×151 (до 3750 символов с 25%-й избыточностью).

Код Aztec представляет собой универсальную символику двухмерного матричного штрихового кода, хорошо приспособленную для оптической технологии считывания и для кодирования как малых, так и больших объемов данных (цифры, текст или байты) с коррекцией ошибок. Aztec Code полезен для применений, требующих размещения кода на ограниченном пространстве (производство, коммерция, медицина, фармацевтика и т. д.), поскольку код обеспечивает высокую плотность записываемой информации и не требует свободного пространства вокруг кода.

Основные характеристики кода Aztec

Существуют два основных формата символа кода Aztec: компактный символ (Compact) с мишенью из двух квадратов (см. рис. 2.5, *а*) и полный символ (Full-Range) с мишенью из трех квадратов (см. рис. 2.5, *б*). Эти два формата образуют последовательность из символов 33 различных размеров, которые могут эффективно кодировать как малые, так и большие сообщения. В общем случае символы кода Aztec:

- могут кодировать любую байтовую последовательность;
- всегда квадратной формы, с размерами от 15×15 до 151×151 модулей.

Свободной зоны вокруг символа не требуется вообще. Информационная емкость некоторых размеров кода показана в табл. 2.1.

Структура кода Aztec

Структура полного символа кода Aztec (рис. 2.6) имеет постоянные элементы:

- центральный указатель (мишень) из концентрических квадратов;
- элементы ориентации по углам указателя;

- решетку привязки;

Таблица 2.1

Количество слоев данных	Размер символа	Объем данных		
		Цифры	Буквы	Байты
1*	15×15	13	12	6
4*	27×27	110	89	53
7	45×45	294	236	145
11	61×61	601	482	298
15	79×79	1008	808	502
20	101×101	1653	1324	824
26	125×125	2632	2107	1314
32	151×151	3832	3067	1914

* Соответствует компактным символам

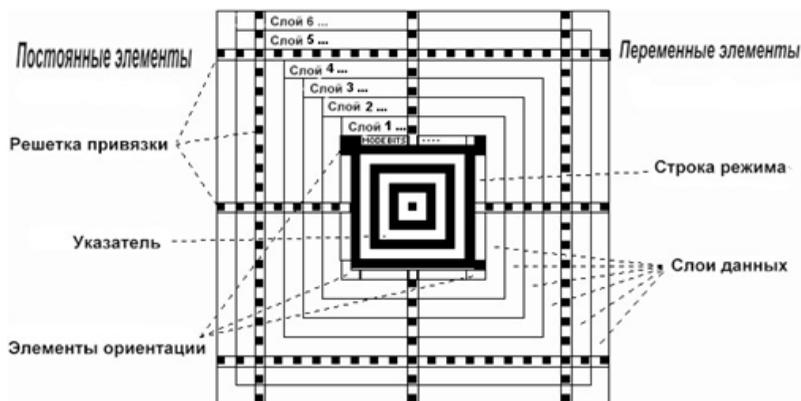


Рис. 2.6. Структура полного символа Aztec

и два переменных элемента структуры:

- строку режима вокруг мишени;
- от одного до 32 слоев данных шириной в 2 модуля, спиралью расходящихся от центра.

Компактный символ кода Aztec содержит маленькую мишень без решетки привязки и только 4 слоя данных (см. рис. 2.5, а).

Уровень коррекции ошибок в Aztec Code регулируется по указанию пользователя. Слои данных могут содержать от 5 до 95% контрольных слов, но на практике обычно нецелесообразно изменять стандартное значение в 23% контрольных слов.

Алгоритм декодирования

Упрощенно алгоритм чтения кода может быть следующим.

1. Поиск и обнаружение мишени, соответствующее обнаружению символа кода Aztec, который находится на сформированном считывателем изображении кода. Центр мишени изолирован от краев. Алгоритм поиска инвариантен относительно ориентации кода и угла сканирования.
2. После обнаружения мишени оцениваются параметры элементов ориентации и колец. Направления и расстояния между соседними углами далее используются для оценки направления и масштаба основных осей символа.
3. Начиная от центра по направлению к краям символа, обрабатывается слой за слоем с уточнением позиций.

Если любые кодовые слова, даже содержащие одиночные модули, теряются или появляются неправильные, то используется известный алгоритм коррекции ошибок Berlekamp-Massey-Chien-Forney. Если процедура коррекции ошибок завершена успешно, формируется сигнал, означающий, что закодированное сообщение реконструировано из последовательности кодовых слов.

Штриховой QR-код

QR-код (Quick Response - быстрый отклик) – это двумерный штриховой код (рис. 2.7). Его основное достоинство – легкое распознавание сканирующим оборудованием и возможность использования в разных прикладных задачах. Также надо отметить возможность кодировать практически любые символы, включая иероглифы.

Код содержит следующие элементы:

- три concentрических квадрата для обнаружения;
- 15 бит системной информации, среди которых:

- 2 бита, показывающих уровень коррекции ошибок;
- 3 бита, показывающих, какая маска из 8 доступных применяется к данным;
- 10 бит корректирующего кода, который позволяет исправлять ошибки в системных данных;
- информацию.



Рис. 2.7. Примеры QR-кодов

Максимальное количество символов, которые можно закодировать в одном символе QR-кода:

- 1) цифры – 7089;
- 2) цифры и буквы (латиница) – 4296;
- 3) двоичный код – 2953 байт (следовательно, до 2953 букв кириллицы в кодировке windows-1251 или около 1450 букв кириллицы в utf-8);
- 4) иероглифы – 1817.

Самый маленький QR-код (версия 1) имеет размер 21×21 модуль (без учета полей), самый большой (версия 40) – 177×177 модулей.

Существует четыре основных кодировки QR-кодов.

1. Цифровая: 10 бит на три цифры, до 7089 цифр.
2. Алфавитно-цифровая: 11 бит на два символа, поддерживаются 10 цифр, буквы от А до Z и несколько спецсимволов. Всего до 4296 символов.
3. Байтовая: данные в любой подходящей кодировке (по умолчанию ISO 8859-1), до 2953 байт.

4. Кандзи: 13 бит на иероглиф, до 1817 иероглифов.
5. Существует также Micro QR-code (рис. 2.8) [11].



Рис. 2.8. Пример Micro QR-code

Таким образом, можно выделить такие основные преимущества QR-кодов, как:

- достаточно большой объем цифровой и текстовой информации практически на любом языке;
- малый печатный размер;
- сравнительно высокая скорость обнаружения кода и считывания информации.

3. СЧИТЫВАТЕЛИ ШТРИХОВЫХ КОДОВ

Считыватели штриховых кодов (сканеры) – это устройства, предназначенные для обнаружения штрихового кода и считывания информации, закодированной в нем. В дальнейшем информация со считывателя передается на персональный компьютер, кассовый терминал и т. п. устройства для дальнейшей обработки.

Ряд основных параметров и характеристик, касающихся считывателей, определен в государственном стандарте [12].

Основные признаки, по которым можно классифицировать считыватели штриховых кодов.

Назначение:

- считыватели одномерных кодов;
- считыватели двумерных кодов.

Конструктивное исполнение (рис. 3.1–3.3) [13]:

- ручные;
- настольные;
- встраиваемые.



Рис. 3.1. Ручные сканеры



Рис. 3.2. Настольные сканеры



Рис. 3.3. Встраиваемые сканеры

Канал передачи информации:

- проводные;
- беспроводные.

Способ считывания информации:

- сканирующие (с последовательным считыванием);
- формирующие изображение:
 - одномерное (линейное);
 - двумерное (матричное).

Тип чувствительного элемента:

- одиночный;
- линейная матрица;
- двумерная матрица.

Наиболее важными, определяющими основные характеристики считывателя, являются два последних признака классификации.

Способ считывания информации

Считывание штрихового кода, нанесенного графическим способом, осуществляется оптическим способом в видимом или инфракрасном диапазоне волн. В общем случае считыватель (сканер) содержит источник света, фотодетектор и устройство обработки сигнала (рис. 3.4) [1]. Источник излучает свет с определенной длиной волны на поверхность, на которой нанесен штриховой код. Отраженный свет фокусируется на фотодетекторе. Фотодетектор преобразует оптическую информацию в электрический сигнал, который обрабатывается и преобразуется в формат, пригодный для передачи в устройство обработки (контроллер) для принятия решения.

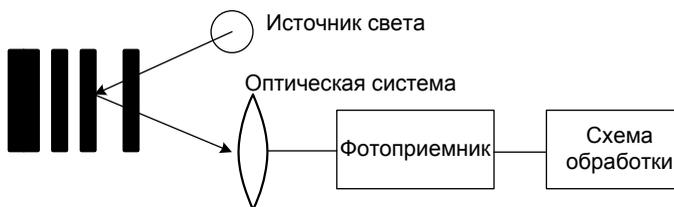


Рис. 3.4. Структурная схема считывателя штрихового кода

В общем случае в штриховом коде должны быть следующие элементы:

- опознавания (обнаружения) кода;
- ориентации для определения взаимного положения кода и считывателя;
- синхронизации для определения порядка считывания информации;
- кодирования информации.

Функции некоторых из этих элементов могут быть объединены.

Как отмечалось, по способу считывания информации считыватели могут быть сканирующие и формирующие изображение кода. Изображение кода может быть одномерное (линейное) или двумерное (матричное).

Рассмотрим принципы работы считывателей и их основные особенности.

Последовательные сканеры

В этом случае считыватель должен обеспечивать последовательное равномерное перемещение (сканирование) сфокусированного луча поперек штрихового кода последовательно во времени (рис. 3.5).

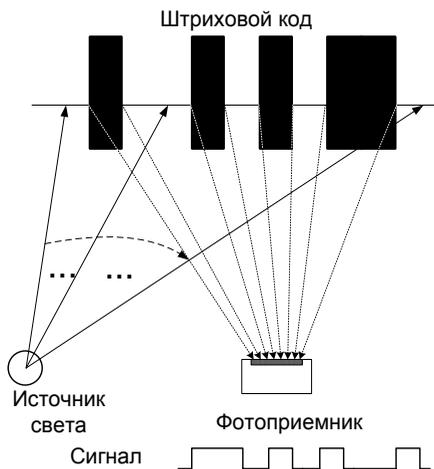


Рис. 3.5. Принцип работы последовательного сканера

При наличии штрихов кода с чередующейся яркостью штрихов (обычно черно-белых) происходит изменение во времени амплитуды отраженного сигнала, который преобразуется фотодетектором в электрический сигнал. Этот сигнал будет иметь форму импульсов, поскольку изображение штрихового кода является бинарным (черные и белые штрихи). Продолжительность этих импульсов будет пропорциональна ширине штрихов, т. е. параметру штрихового кода, определяющему закодированную информацию.

Таким образом, такие считыватели осуществляют сканирование штрихового кода и имеют одиночный фотоприемник.

Строго говоря, в сканерах такого типа не только луч источника может сканировать последовательно штрихи кода, но и

код может перемещаться вдоль источника света. Но в любом случае символы кода считываются последовательно.

В качестве источников света последнее время обычно используются лазеры. Лазерные сканеры штрихкода обладают достаточно высокой скоростью, большой дальностью и шириной сканирования.

В лазерной модели сканирование реализуется путем проецирования лазерного луча на отражающее зеркало, которое колеблется в электромагнитном поле десятки раз в секунду [14].

Сканеры такого принципа действия появились исторически первыми. Поскольку их луч источника подсветки перемещается в пространстве, т. е. сканирует, то и считыватели называют сканерами.

Недостатком сканирующего считывателя является существенная зависимость от взаимной ориентации сканера и изображения штрихового кода – в идеальном варианте сканирующий луч должен перемещаться перпендикулярно штрихам (рис. 3.6),

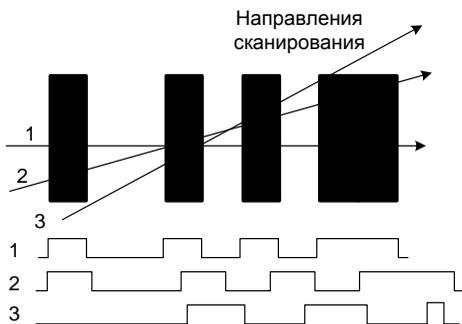


Рис. 3.6. Зависимость формы сигнала от взаимного положения считывателя и кода

траектория 1). Или, по крайней мере, пересекать все штрихи в пределах кода за цикл сканирования (траектория 2). В противном случае будет происходить потеря части кода (траектория 3).

Для обеспечения инвариантности положения считывателя относительно кода в считывателях могут формироваться одновременно несколько лучей, направленных под разными углами.

Тогда независимо от взаимного положения штрихового кода и считывателя какой-то из лучей позволит сформировать требуемый сигнал.

Заметим, что вертикальная избыточность повышает вероятность правильного считывания символов кода при его повреждении (рис. 3.7).

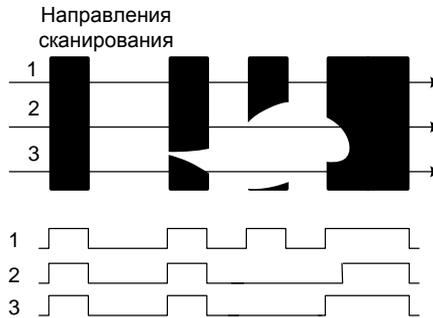


Рис. 3.7. Считывание при повреждении кода

Так, при сканировании луча по траекториям 2 и 3 происходит неверное считывание информации, вызванное частичным повреждением кода. Однако для траектории 1 считывание происходит без ошибок.

Матричные считыватели

В матричных считывателях считывание всего кода происходит на линейную или двумерную матрицу фотоприемников, например на элементы линейной или двумерной ПЗС-матрицы.

Линейные матричные считыватели

Существует два типа таких считывателей.

В первом типе устройств оптический сигнал последовательно во времени, синхронно со сканированием луча (рис. 3.8) фокусируется на линейную матрицу фотоприемников. То есть это устройство является развитием сканера, рассмотренного выше, и отличается типом используемого фотоприемника.

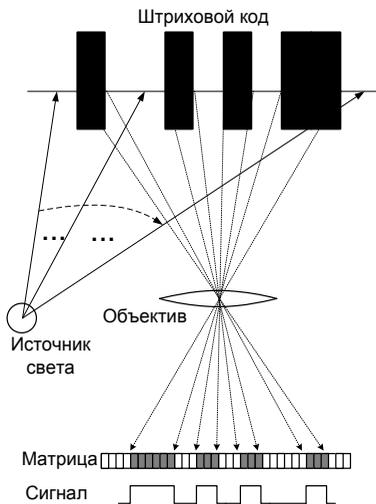


Рис. 3.8. Принцип работы линейного сканирующего считывателя

Во втором варианте считывателя с линейной матрицей фотоприемников оптический сигнал одновременно фокусируется на все элементы матрицы (рис. 3.9)

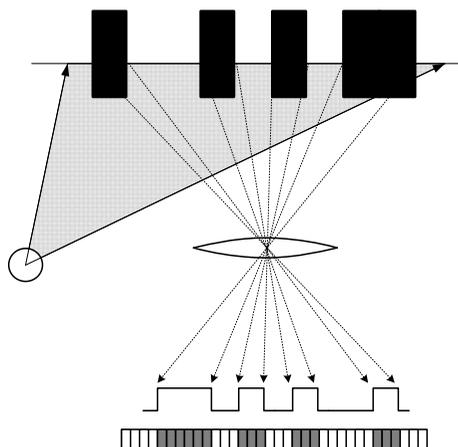


Рис. 3.9. Принцип работы линейного матричного считывателя

И в первом и во втором случаях сохраняется зависимость возможности и качества считывания штрихового кода от взаимного положения источника света и матрицы.

Двумерные матричные считыватели

В предыдущих вариантах построения считывателей сигнал с фотоприемного устройства по длительностям импульсов соответствует ширине штрихов кода. В отличие от этого типа считывателей, в двумерных считывателях формируется полное изображение кода. Очевидно, что такой способ считывания менее критичен к развороту изображения кода относительно считывателя (рис. 3.10), поскольку разворот может быть скомпенсирован программным способом. Конечно, это будет возможно только при достаточно высокой разрешающей способности матрицы считывателя.

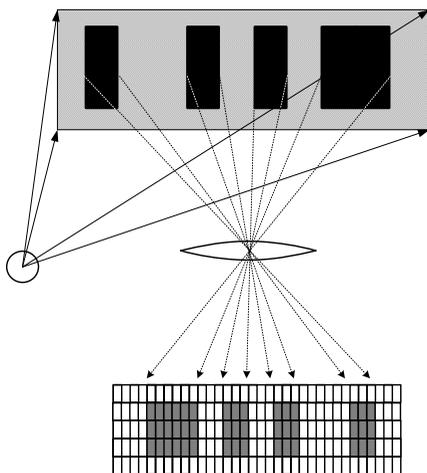


Рис. 3.10. Формирование изображения кода матричным считывателем

Такой тип считывателя можно сравнить с фотокамерой, формирующей видеоизображение штрихового кода с определенной частотой. Последнее необходимо для того, чтобы была возможность обнаружить изображение кода на формируемом

изображении при движении считывателя и кода относительно друг друга.

Поскольку такие считыватели сразу формируют изображение всего кода без сканирования, то их правильнее называть не сканерами, а именно считывателями.

Затем полученное изображение кода декодируется на основе соответствующего алгоритма. При этом если матрица считывателя имеет достаточно высокую разрешающую способность, пространственная ориентация штрихкода относительно считывающего устройства практически не имеет значения. Сканер может распознать код, повернутый на любой угол. Такие сканеры универсальны и могут применяться для считывания как линейных, так и двумерных кодов.

Заключение

В пособии рассмотрены только наиболее широко используемые штриховые коды. Число различных типов штриховых кодов составляет много десятков. Выбор конкретного типа штрихового кода зависит от требований конкретной задачи: объема и состава записываемых данных, требуемой надежности считывания, допустимых размеров кода, возможности контроля правильности считывания и коррекции ошибок, стоимости считывающей аппаратуры и других.

К основным преимуществам штриховых кодов можно отнести:

- низкую стоимость идентификатора и устройства для печати;
- возможность записи на идентификатор цифровой и символьной информации различной длины.

Основными недостатками штрихового кода является слабая защита от копирования или подделки. Штриховой код может быть скопирован с помощью простого копировального аппарата или другого оптического устройства считывания. В некоторых системах печати штриховой код закрывается пленкой, не прозрачной для видимого света, но позволяющей прочесть его в инфракрасном диапазоне. Принтер для печати штриховых кодов может наносить изображение кода с низкой контрастностью относительно окружающего фона, что не позволит просто воспроизвести код с помощью копировального аппарата.

Все параметры штриховых кодов стандартизированы (ширина линий, расстояние между ними, количество линий, кодирующих один символ, и т. п.), поэтому формирование или воспроизведение штрихового кода с необходимыми данными не представляет сложности.

Контрольные вопросы и задания для самопроверки

1. Расскажите об основных элементах штриховых кодов.
2. Расскажите о принципах построения универсального штрихового кода товара EAN-13.
3. Расскажите о принципах построения штрихового кода UPC.
4. Расскажите о принципах построения штрихового кода PDF417.
5. Расскажите о принципах построения штрихового кода Code 39.
6. Расскажите о принципах построения штрихового кода Interleaved 2 of 5.
7. Расскажите о принципах построения QR-кода.
8. Какие принципы используются в считывателях штриховых кодов?
9. Перечислите основные типы одномерных штриховых кодов.
10. Перечислите основные типы двумерных штриховых кодов.
11. По выданному преподавателем образцу универсального штрихового кода товара EAN рассчитать контрольную сумму.
12. По выданному преподавателем образцу штрихового кода UPC рассчитать контрольную сумму.
13. По выданному преподавателем образцу универсального штрихового кода товара EAN проверить правильность кода.
14. По выданному преподавателем образцу штрихового кода UPC проверить правильность кода.
15. По выданному преподавателем образцу штрихового кода определить тип кода и основные параметры.

Литература

1. Волковицкий В. Д., Волхонский В. В. Системы контроля и управления доступом. – СПб.: Экополис и культура, 2003. – 165 с.
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Universal_Product_Code (дата обращения 04.03.2015).
3. ГОСТ ИСО/МЭК 16390-2005. Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификации символики Interleaved 2 of 5 (2 из 5 чередующийся). – Введ. 2005-12-26. – М.: Стандартинформ, 2006. – 14 с.
4. ГОСТ 30742-2001 (ИСО/МЭК 16388–99). Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификация символики Code 39 (Код 39). – Введ. 2001-05-24. – Минск: Межгосударственный Совет по метрологии и сертификации, 2001. – 20 с.
5. <http://www.gs1ru.org/services/faq/10-what-is-gcp/> (дата обращения 21.03.2015).
6. <http://www.gs1ru.org/about/prefix-list6/> (дата обращения 21.03.2015).
7. <http://www.gs1.org/1/gtinrules/index.php?lang=russian> (дата обращения 21.03.2015).
8. <http://www.gs1ru.org/> (дата обращения 21.03.2015).
9. Двумерные штрих-коды: выход в другое измерение http://odamis.ru/doc/pub/tech/20070417_2114/ (дата обращения 14.03.2015).
10. ГОСТ Р 51294.9-2002 (ИСО/МЭК 15438-2001). Автоматическая идентификация. Кодирование штриховое. Спецификации символики PDF417 (ПДФ417). – Введ. 2003-01-01. – М.: Гостандарт России. – 90 с.
11. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/d6/MicroQR_Example.png (дата обращения 11.03.2015).
12. ГОСТ Р 51241-2008. Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний. – Введ. 2008-12-17. – М.: Стандартинформ. – 34 с.

13. Настольные и встраиваемые сканеры штрих-кода http://odamis.ru/doc/cat/sken_sk/table/ (дата обращения 14.03.2015).
14. Сканеры штрих-кода. Мифы и реальность. http://odamis.ru/doc/pub/analit/20080614_1308/ (дата обращения 21.03.2015).
15. Руководство по созданию комплексной унифицированной системы обеспечения безопасности музейных учреждений, защиты и сохранности музейных предметов/ А. В. Богданов, В. В. Волхонский, И. Г. Кузнецова и др. Ч. II. – СПб.: Инфо-да, 2014. – 264 с.

Содержание

Введение	3
1. ЛИНЕЙНЫЕ ШТРИХОВЫЕ КОДЫ.....	5
Принципы построения.....	5
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЛИНЕЙНЫХ КОДОВ.....	8
Принципы кодирования в штриховых кодах товаров.....	9
Универсальный код товара.....	10
Структура кода	11
Расчет контрольного числа.....	13
Европейский код товара.....	14
Структура кода.....	15
Кодирование дополнительной цифры.....	15
Расчет контрольного числа.....	16
Код чередующийся 2 из 5	17
Структура кода	18
Алгоритм кодирования	19
Код Code 39.....	21
Организации по стандартизации.....	22
Глобальный префикс предприятия	23
Глобальный номер предмета торговли.....	24
Глобальный номер места нахождения.....	24
2. ДВУМЕРНЫЕ ШТРИХОВЫЕ КОДЫ.....	26
Типы двумерных кодов.....	26
2.1. СТЕКОВЫЕ КОДЫ.....	28
Двумерный стековый код PDF417.....	28
Структура символа PDF417.....	29
2.2. МАТРИЧНЫЕ КОДЫ.....	30
Двумерный штриховой код Aztec.....	30
Основные характеристики.....	31
Структура кода.....	31
Алгоритм декодирования.....	33
QR-код.....	34

3. СЧИТЫВАТЕЛИ ШТРИХОВЫХ КОДОВ.....	36
Способ считывания информации.....	38
Последовательные сканеры.....	39
Матричные считыватели.....	41
Линейные матричные считыватели.....	41
Двумерные матричные считыватели.....	43
Заключение.....	45
Контрольные вопросы и задания для самопроверки.....	46
Литература.....	47

Миссия университета – генерация передовых знаний, внедрение инновационных разработок и подготовка элитных кадров, способных действовать в условиях быстро меняющегося мира и обеспечивать опережающее развитие науки, технологий и других областей для содействия решению актуальных задач.

КАФЕДРА ТВЕРДОТЕЛЬНОЙ ОПТОЭЛЕКТРОНИКИ

Кафедра входит в состав инженерно-физического факультета НИУ ИТМО и была организована в 1983 году в период выделения оптоэлектроники в самостоятельную область науки и производства. На кафедре работают высококвалифицированные специалисты, являющиеся ведущими экспертами в отраслях науки и техники. В состав кафедры входят шесть научно-учебных лабораторий, оснащенных современным оборудованием, позволяющим вести подготовку учащихся студентов на высоком современном уровне. Кафедра ведет подготовку бакалавров и магистров по направлениям «Техническая физика» и «Лазерная техника и лазерные технологии», а также аспирантов по специальности «Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы».

Кафедрой руководит заслуженный деятель науки Российской Федерации, профессор, доктор технических наук Прокопенко Виктор Трофимович.

Волхонский Владимир Владимирович

СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ
ШТРИХОВЫЕ КОДЫ

Учебное пособие

Корректор А. Г. Ларионова

В авторской редакции

Редакционно-издательский отдел Университета ИТМО

Зав. РИО

Н. Ф. Гусарова

Подписано к печати

Заказ №

Тираж экз.

Отпечатано на ризографе

Редакционно-издательский отдел
Университета ИТМО
197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49