

## Контрольно-измерительная система считывания штрих-кодов с печатных плат в процессе производства

*А.Ю. Полухин, О.Д. Бондарев, Е.Р. Кайгородова, Н.Г. Кулев,  
Н.Е. Макеев, А.А. Ткалич*

*Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)  
им. М. И. Платова, Новочеркасск*

**Аннотация:** В данной статье рассмотрена разработка контрольно-измерительной системы считывания штрих-кодов с печатных плат в процессе производства. Была спроектирована функциональная схема устройства. Проведен натурный эксперимент по определению рабочей дистанции и углов считывания штрих-кодов. Выявлено, что разработанная система имеет конкурентные преимущества перед аналогами из-за более высокой скорости считывания штрих-кодов и благодаря работе с различными углами наклона штрих-кодов.

**Ключевые слова:** контрольно-измерительная система, штрих-код, печатные платы, лазерный дальномер.

При производстве электронных приборов на автоматических линиях различных предприятий, используются маркировки штрих-кодами печатных плат. Это позволяет отслеживать печатные платы в процессе производства и увеличить скорость производства за счёт снижения влияния человеческого фактора. Также в штрих-кодах, зачастую, содержится информация о производителе, позволяющая отличать сертифицированный товар от подделок.

При проектировании системы считывания штрих-кодов будем обращать внимание на такие параметры, как:

- Углы сканирования – допустимые для считывания информации значения угла, относительно нормали к штрих-коду, по горизонтали и вертикали. А также допустимый поворот штрих-кода;
  - Разрешение – определяет количество точек на единицу покрываемой площади;
  - Расстояние считывания – достаточное и предельное расстояние считывания информации со штрих-кода;
  - Скорость сканирования – количество сканирований в секунду;
-

- Питание – требуемое напряжение питания для работы сканера;
- 1D, 2D штрих-коды.

1D штрих-коды: EAN- 8, EAN-13, UPC-A, UPC-E, код 39, код 93, код 128, EAN128, Codebar, промышленный 2 из 5, Interlease 2 из 5, Матрица 2 из 5, MSI, почтовый индекс и т.д.

2D: PDF417, QR-код, матрица данных и т.д.

Была разработана функциональная схема контрольно- измерительной системы считывания штрих-кодов с печатных плат в процессе производства, приведенная на рисунке 1.



Рисунок 1. Функциональная схема устройства

На схеме представлены: 1) Микроконтроллер - обрабатывает информацию и отправляет данные со считанных штрих-кодов в базу данных [1, 2]. 2) Пульт управления – служит для задания траектории движения сканера. 3) Сканер AMP-V14810 – сканер штрих-кодов, считывающий с них информацию и отправляющий в микропроцессор [3, 4]. 4) Датчик положения сканера – определяет текущее положение сканера по осям X, Y и Z. 5)

Драйвер A4988 – микроконтроллер, обрабатывающий управляющие сигналы шаговых двигателей. 6) Двигатели *Nema 17* – шаговые двигатели, перемещающие сканер над рабочей поверхностью. 7) Питание 12 В, 5 В – источники питания. 8) Модуль передачи данных – служит для передачи данных о считанных штрих-кодах от микроконтроллера к базе данных. 9) База данных – принимает данные о считанных штрих-кодах и систематизированно записывает их.

На драйвер A4988 подаётся питание от источника питания 12В. Микроконтроллер через три драйвера A4988 подаёт управляющий сигнал на три двигателя *Nema 17*, два из которых перемещают сканер над платами, находящимися на конвейерной ленте по осям *X*, *Y* по заранее созданным позициям до тех пор, пока все штрих-коды не будут считаны. Если считывание в заданной позиции не происходит, третий двигатель начинает вращать сканер над платой с шагом  $20^\circ$  до тех пор, пока считывание не произойдёт. Сканер *AMP-V14810*, после считывания данных с штрих-кодов, отправляет их в микроконтроллер, который, после получения, передаёт их в базу данных через модуль передачи данных. Датчик положения сканера служит для определения координат сканера в пространстве для более точной координации его движения и представляет собой три лазерных дальномера, закрепленных на осях *X*, *Y* и *Z*. Пульт управления служит для выбора заранее созданных шаблонов движения сканера, включения и выключения устройства оператором. Как только печатные платы останавливаются в области сканирования, микропроцессор активирует моторы и приводит в движение сканер. После того, как будут отсканированы все штрих-коды, сканер возвращается в нулевое положение с координатами (0;0). Если работа окончена, то специалист выключает устройство. Если работа продолжается, то система будет ждать момента, как подъедут новые печатные платы [5].

Был проведен натурный эксперимент по определению рабочей

---

дистанции и углов считывания штрих-кодов. Расстояние будем замерять лазерным дальномером, а измерение максимального угла поворота проведем с выключенной и включённой подсветкой с помощью транспортира [6, 7]. Минимальное рабочее расстояние на требуемый штрих-код равно 4 см. При включённой подсветке максимальный угол поворота штрих-кода равен  $28^\circ$  (рисунок 2).

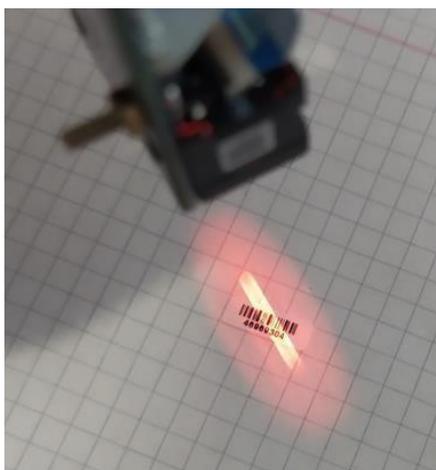


Рисунок 2. Измерение горизонтального угла сканирования

Было проведено исследование работы сканера с несколькими близко расположенными штрих-кодами. Информация будет поступать только с одного штрих-кода, который будет наиболее удачен по расположению. Иллюстрирование проведенного опыта приведено на рисунке 3:

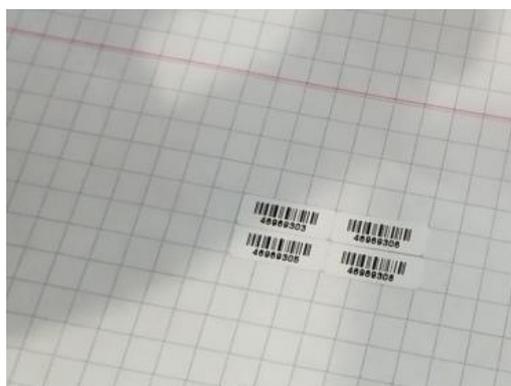


Рисунок 3. Считывание нескольких близко расположенных штрих-кодов

Для измерения максимальной скорости считывания, установим штрих-

коды на разном расстоянии и будем измерять максимальный пройденный путь сканера и время прохождения при условии считывания каждого штрих-кода. Расстояние между штрих-кодами было выбрано 4 см, 2 см и 1 см. Результаты представлены на рисунке 4.

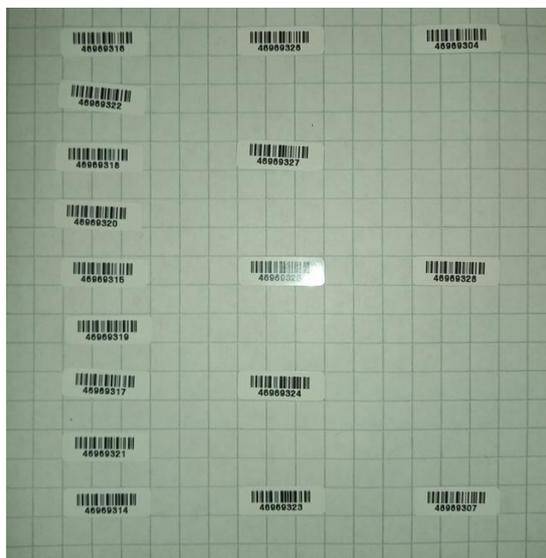


Рисунок 4. Расположение штрих-кодов для оценки скорости сканера

Общая длина пути составляет 10 см. Считывая каждый штрих-код, сканер прошёл расстояние минимально за 2 секунды, следовательно, его максимальная скорость будет равняться 5 см/с. С увеличением частоты размещения штрих-кодов, стоит уменьшать скорость для корректного считывания. Для исследования того, сколько штрих-кодов под разными углами сможет считать сканер, расположим их в линию под углом  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$  и  $180^\circ$  на расстоянии 1,5-2 см друг от друга, представлено на рисунке 3.7. Удачно считываются штрих-коды под углом  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $135^\circ$  и  $180^\circ$ , в то время как штрих-код, расположенный под  $90^\circ$ , не считывается без изменения положения сканера. Считывание штрих-кодов под углом  $45^\circ$  и  $135^\circ$  иногда не происходит, для наилучшей читаемости требуется немного повернуть сканер. Результаты приведены на рисунке 5.



Рисунок 5. Расположение штрих-кодов под разными углами

Обобщенные результаты натурного эксперимента представлены в таблице 1:

Таблица 1 – Результаты натурного эксперимента

Параметр	Значение
Минимальное расстояние считывания, см	4
Максимальное расстояние считывания, см	7
Скорость считывания, см/с	5
Оптимальный угол считывания	$0^\circ \pm 45^\circ$ , $180^\circ \pm 45^\circ$

Таким образом, была разработана и апробирована контрольно-измерительная система считывания штрих-кодов с печатных плат в процессе производства. Система имеет конкурентные преимущества перед аналогами из-за более высокой скорости считывания штрих-кодов и благодаря работе с различными углами наклона штрих-кодов [8, 9, 10].

### Литература

1. Nayyar A. and Puri V., A review of Arduino board's, LilyPad's & Arduino shields, 2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 2016, pp. 1485-1492.
2. Amestica O.E., Melin P.E., Duran-Faundez C.R. and Lagos G.R., An Experimental Comparison of Arduino IDE Compatible Platforms for Digital Control and Data Acquisition Applications, 2019 IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON), 2019, pp. 1-6.

3. Sangkharat T. and La-or J., Application of Smart Phone for Industrial Barcode Scanner, 2021 7th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST), 2021, pp. 9-12.
  4. Li YeMin and Li Zeng, Research and application of the EAN-13 barcode recognition on iphone, 2010 International Conference on Future Information Technology and Management Engineering, 2010, pp. 92-95.
  5. Гроднов М.С., Шитова И.Ю., Гуреева Е.Н. Усовершенствование технологического процесса изготовления корпусной мебели за счет внедрение системы автоматизированных рабочих мест с применением технологии штрих-кодирования // Инженерный вестник Дона, 2020, №1, URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N1y2020/6290.
  6. Deng X., M. J.-P. Linnartz G., Long X. and Zhou G., Reading Analysis for Barcode Scanner With Interference from LED-Based Lighting, in IEEE Access, vol. 7, pp. 96787-9679 , 2019.
  7. Vogel F. and Toulouse B., A low-cost medium-resolution rangefinder based on the self-mixing effect in a VCSEL, in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 54, no. 1, pp. 428-431, Feb. 2005.
  8. Şahan O.F., Durmaz F., Azat V., Güngör E., Dedeoğlu K., Şişman A., Doğruel M., An image processing system for detecting production errors on circuit boards and enabling error tracking and reporting based on 2-D barcodes, 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2018, pp. 1-4.
  9. Garm Yu, ZhiYan Wang, Li Yi and Ling He, An application and implementation of two-dimensional symbols for circuit board quality control system, 2nd IEEE International Conference on Industrial Informatics, 2004. INDIN '04. 2004, 2004, pp. 397-401.
  10. Dita I., Ottesteanu M. and Quint F., Data Matrix Code – A reliable optical identification of microelectronic components, 2011 IEEE 17th International
-

Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), 2011, pp. 39-44.

### References

1. Nayyar A. and Puri V., 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom), 2016, pp. 1485-1492.
2. Amestica O.E., Melin P.E., Duran-Faundez C.R. and Lagos G.R., IEEE CHILEAN Conference on Electrical, Electronics Engineering, Information and Communication Technologies (CHILECON), 2019, pp. 1-6.
3. Sangkharat T. and La-or J., 7th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST), 2021, pp. 9-12.
4. Li YeMin and Li Zeng, International Conference on Future Information Technology and Management Engineering, 2010, pp. 92-95.
5. Grodnov M.S., Shitova I.Yu., Gureeva E.N. Inzhenernyj vestnik Don, 2020, №1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/N1y2020/6290](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N1y2020/6290).
6. Deng X., M. J.-P. Linnartz G., Long X. and Zhou G., IEEE Access, vol. 7, pp. 96787-9679 , 2019.
7. Vogel F. and Toulouse B., IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 54, no. 1, pp. 428-431, Feb. 2005.
8. Şahan O.F., Durmaz F., Azat V., Güngör E., Dedeoğlu K., Şişman A., Doğruel M., 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), 2018, pp. 1-4.
9. Garm Yu, ZhiYan Wang, Li Yi and Ling He, INDIN '04. 2004, 2004, pp. 397-401.
10. Dita I., Ottesteanu M. and Quint F., Data Matrix Code –IEEE 17th International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME), 2011, pp. 39-44.