

GIỚI THIỆU HỆ THỐNG NHÚNG - TẠO VÀ HIỂN THỊ MÃ QR CODE THỜI GIAN THỰC ỨNG DỤNG TRONG TRUY XUẤT NGUỒN GỐC SẢN PHẨM

Nguyễn Thống Nhất¹, Đào Xuân Phúc¹

**Tác giả liên hệ, Email: ntnhat@hou.edu.vn*

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 02/06/2025

Ngày phản biện đánh giá: 08/09/2025

Ngày bài báo được duyệt đăng: 15/10/2025

DOI:

Tóm tắt: Trong kỷ nguyên công nghệ số, việc truy xuất nguồn gốc sản phẩm ngày càng trở nên quan trọng nhằm đảm bảo tính minh bạch và an toàn trong chuỗi cung ứng - logistic. QR Code (Quick Response Code) là một dạng mã hóa hai chiều (2D) phổ biến gắn trên sản phẩm, có khả năng lưu trữ thông tin lớn và truy xuất nhanh chóng bằng các thiết bị di động. Việc kết hợp công nghệ QR code với hệ thống nhúng sẽ tạo ra một giải pháp gọn nhẹ, chi phí thấp, dễ tích hợp vào các thiết bị đầu cuối hoặc máy sản xuất.

Từ khóa: QR code, RAM, ESP32, arduino IDE, oled

I. Đặt vấn đề

Trong bối cảnh chuyển đổi số mạnh mẽ hiện nay, việc truy xuất nguồn gốc sản phẩm không chỉ giúp nâng cao niềm tin người tiêu dùng mà còn góp phần kiểm soát chất lượng sản phẩm từ nhà sản xuất đến tay người tiêu dùng. Mã QR code (Quick Response Code) là công nghệ mã hóa thông tin nhanh, chính xác và được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống truy xuất nguồn gốc, dữ liệu sản phẩm.

Trong khi đó, hệ thống nhúng – với ưu điểm gọn nhẹ, tiết kiệm năng lượng và dễ tích hợp – đang là xu hướng công nghệ chủ đạo trong các thiết bị thông minh.

Việc kết hợp hai công nghệ này sẽ tạo nên một giải pháp tối ưu để quản lý, xác minh và truy xuất dữ liệu nguồn gốc sản phẩm tại chỗ, linh hoạt và hiệu quả.

Xây dựng một hệ thống nhúng có khả năng tạo mã QR code từ dữ liệu đầu vào, hiển thị mã QR code lên thiết bị phần cứng, ứng dụng vào mô hình truy xuất nguồn gốc, dữ liệu sản phẩm, đánh giá hiệu quả thực tế và khả năng triển khai.

Đối tượng và phạm vi mã QR code, hệ thống nhúng (ESP32/Raspberry Pi), giao tiếp mạng, dữ liệu sản phẩm, tạo mã QR code từ dữ liệu nội bộ hoặc nhập vào qua Wi-Fi/nút nhấn; hiển thị hoặc xuất in

¹ Trường Đại học Mở Hà Nội

mã QR code; không bao gồm phân tích bảo mật hoặc mã hóa nâng cao.

Hệ thống thực hiện dựa trên các tài liệu lý thuyết, lập trình mô phỏng thực nghiệm trên vi điều khiển và kiểm thử và đánh giá hiệu quả thực tế.

II. Cơ sở lý thuyết

2.1. Giới thiệu về mã QR code

Lịch sử và phát triển mã QR code được phát minh bởi công ty Denso Wave (tại Nhật Bản) năm 1994, ban đầu để theo dõi các linh kiện trong sản xuất ô tô. Cấu trúc mã QR code gồm các vùng chức năng: vùng định vị (positioning), vùng căn chỉnh (alignment), vùng thời gian (timing), và vùng dữ liệu (data). Mã QR code có ưu điểm mã hóa dung lượng lớn, tốc độ đọc cao, dễ tạo, miễn phí sử dụng.

2.2. Tổng quan hệ thống nhúng

Hệ thống nhúng (Embedded System) là một hệ thống máy tính chuyên dụng, tích hợp phần cứng và phần mềm, được thiết kế để thực hiện một hoặc một vài chức năng cụ thể trong một thiết bị lớn hơn hoặc một hệ thống khác. Các hệ thống này được tối ưu hóa về hiệu suất, tiêu thụ năng lượng và tài nguyên, thường hoạt động độc lập và không có giao diện người dùng phức tạp như máy tính đa năng.

Cấu trúc chung của hệ thống bao gồm các khối như bộ vi xử lý, bộ nhớ (Flash, RAM), các cổng giao tiếp (GPIO, UART, I2C, SPI), thiết bị đầu vào/ đầu ra. Dựa trên các nền tảng phổ biến như ESP32, STM32, Raspberry Pi,... tùy thuộc yêu cầu ứng dụng.

2.3. Ứng dụng QR code trong truy xuất dữ liệu, nguồn gốc sản phẩm

Giúp người tiêu dùng dễ dàng truy xuất thông tin sản phẩm và nguồn gốc chỉ bằng cách quét mã bằng điện thoại thông minh, từ đó xác thực tính chính hãng, nâng cao niềm tin vào sản phẩm và tạo lợi thế cạnh tranh cho doanh nghiệp. Doanh nghiệp sử dụng các phần mềm chuyên dụng để tạo mã QR, cung cấp dữ liệu về nguyên liệu, quy trình sản xuất và phân phối, giúp minh bạch hóa thông tin sản phẩm từ khâu sản xuất đến tay người tiêu dùng.

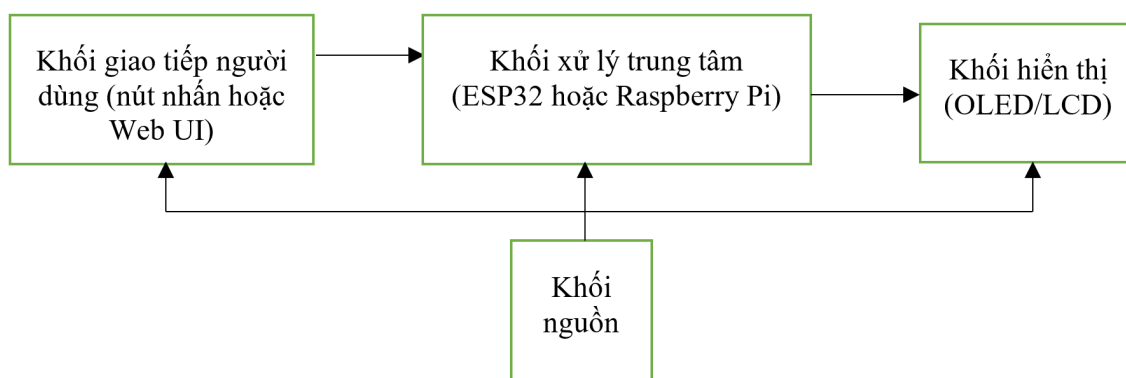
III. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Yêu cầu hệ thống

Hệ thống cần nhập dữ liệu sản phẩm thông qua cảm biến hoặc từ người dùng, sinh mã QR code từ dữ liệu đó, hiển thị mã QR code hoặc in ra.

3.2. Kiến trúc hệ thống tổng thể

Gồm 4 khối chính:



3.3. Phần cứng, phần mềm và lưu đồ hệ thống

ESP32 (Wi-Fi, GPIO mạnh, giá rẻ), màn hình OLED 128x64, nút nhấn nhập dữ liệu, module in nhiệt mini (nếu có), Arduino IDE (ESP32), thư viện qrcode.h, Adafruit_GFX, U8g2lib,... Nếu Raspberry Pi: sử dụng Python, qrcode hoặc pyqrcode

[Nhập dữ liệu] → [Tạo QR] → [Hiển thị/ In ra] → [Lặp lại]

3.4. Cài đặt, lập trình, tạo mã, giao tiếp và hiển thị

Cài ESP32 vào Arduino IDE, nạp thư viện, kết nối màn hình OLED. Nhập dữ liệu qua Serial hoặc Web, dùng thư

4.1. Kết quả thử nghiệm

Tình huống	Thời gian tạo QR	Độ ổn định	Hiển thị
Wi-Fi nhập dữ liệu	~1.2s	Tốt	Rõ ràng
Nhập Serial	~0.9s	Tốt	Rõ ràng

4.2. So sánh với giải pháp khác

Tiêu chí	ESP32	Raspberry Pi	PC
Chi phí	Thấp	Trung bình	Cao
Tính di động	Cao	Trung bình	Thấp
Tốc độ xử lý	Tốt	Rất tốt	Rất tốt

4.3. Ưu nhược điểm của hệ thống

Ưu điểm: Di động, chi phí thấp, dễ mở rộng

Nhược điểm: Bị giới hạn kích thước QR code và màn hình hiển thị nhỏ

V. Kết luận

Bài báo đã giới thiệu cơ bản một hệ thống nhúng tạo và hiển thị mã QR code thời gian thực, ứng dụng tốt cho các mô hình truy xuất sản phẩm trong sản xuất vừa và nhỏ. Ngoài tính ưu việt của hệ

viện tạo QR code bitmap, gửi QR code ra màn hình OLED. ESP32 dùng Wi-Fi để nhận dữ liệu từ điện thoại/web. QR code được tạo và hiển thị dưới dạng ảnh bitmap. Tối ưu hóa bằng cách giảm kích thước mã QR code bằng cách giới hạn dữ liệu, giảm chu kỳ cập nhật, xử lý lỗi mất kết nối hoặc nhập sai định dạng. Giao diện người dùng có thể thiết kế Web UI đơn giản (ESP32 WebServer) cho nhập tên sản phẩm, mã lô, ngày sản xuất.

IV. Kết quả nghiên cứu

Mô tả sản phẩm hoàn thiện nhận thấy thiết bị có khả năng thu dữ liệu, tạo mã QR code và hiển thị thời gian thực.

thống vẫn còn những hạn chế về khả năng bảo mật mã QR code chưa được tích hợp, giao diện người dùng còn đơn giản. Nhóm tác giả mong muốn tiếp tục cải tiến và nâng cấp hệ thống như tích hợp mã hóa dữ liệu (AES, RSA), tăng dung lượng lưu trữ qua thẻ SD, phát triển app di động quản lý QR code.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Denso Wave Incorporated (2015). QR Code Essentials. <https://www.qrcode.com/en/>

- ISO/IEC 18004:2015.
- [2]. Information technology – Automatic identification and data capture techniques – QR Code bar code symbology specification.
 - [3]. Simon Monk (2015). Programming the Raspberry Pi: Getting Started with Python, 2nd Edition. McGraw-Hill.
 - [4]. Dogan Ibrahim (2014). Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers: Principles and Applications, Newnes.
 - [5]. Libqrencode – C library for encoding data in a QR Code symbol. <https://fukuchi.org/works/qrencode/>
 - [6]. Zxing (Zebra Crossing) QR Code Library. <https://github.com/zxing/zxing>
 - [7]. Nguyễn Văn Hiếu (2020) - Lập trình hệ thống nhúng với ESP32. NXB Khoa học Kỹ thuật, 2020.
 - [8]. Trần Văn Lộc (2022)- Ứng dụng mã QR trong truy xuất nguồn gốc nông sản, Tạp chí Khoa học và Công nghệ Nông nghiệp.
 - [9]. GET-QR. <https://www.get-qr.com>
 - [10]. QRCode.org. <https://www.qrcode.org>
 - [11]. <https://openqr.org/>
 - [12]. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10681075>

INTRODUCTION TO EMBEDDED SYSTEMS - REAL-TIME GENERATION AND DISPLAY OF QR CODES FOR PRODUCT TRACEABILITY

Nguyen Thong Nhât², Dao Xuan Phuc¹

Abstract: *In the digital age, product traceability is becoming increasingly important to ensure transparency and safety in the supply chain - logistics. QR Code (Quick Response Code) is a popular two-dimensional (2D) encoding form attached to products, capable of storing large amounts of information and quickly accessing it using mobile devices. Combining QR code technology with embedded systems will create a compact, low-cost solution that is easy to integrate into terminals or production machines.*

Keywords: *QR code, RAM, ESP32, arduino IDE, oled*

² Hanoi Open University