

ỨNG DỤNG MÃ 2D TRONG SỐ HÓA CHUỖI CUNG ỨNG

Nguyễn Ngọc Thụy, Nguyễn Văn Công, Lê Tố Như, Hoàng Quốc Việt, Bùi Bá Chính

Trung tâm Mã số, Mã vạch Quốc gia

Ủy ban Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng Quốc gia

Bộ Khoa học và Công nghệ

“

Khi công nghệ phát triển, kỳ vọng của người tiêu dùng cũng tăng theo. Nhu cầu tìm kiếm, tiếp cận, chia sẻ dữ liệu một cách nhanh chóng và hiệu quả ngày càng trở nên cấp thiết. Một trong những vấn đề đặt ra là làm thế nào để đáp ứng nhu cầu truy xuất thông tin một cách nhanh chóng và thuận tiện, nhất là trong điều kiện không gian ảo rộng lớn, truy cập dữ liệu trên mọi phương diện chỉ với thiết bị smartphone. Trước thực tiễn đó, công nghệ mã hóa dữ liệu được đưa vào áp dụng như một giải pháp hiệu quả. Ban đầu là các mã vạch (barcode) truyền thống, hay còn được gọi là mã vạch một chiều (mã 1D), xuất hiện chủ yếu phục vụ nhu cầu của các nhà bán lẻ. Cho đến nay, thương mại điện tử bùng nổ đã thúc đẩy sự phát triển mạnh mẽ của mã vạch hai chiều (mã 2D) - một hình thức mã hóa tiên tiến, linh hoạt hơn và có khả năng lưu trữ lượng thông tin lớn hơn trong một diện tích nhỏ, được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực của đời sống và sản xuất. Mã 2D không chỉ là bước tiến vượt bậc so với mã vạch truyền thống (1D), mà còn là nền tảng quan trọng trong các hệ thống thông minh, Internet vạn vật (IoT), và các giải pháp số hóa hiện đại.

”

Mã vạch hai chiều

Mã vạch hai chiều (Mã 2D - Two-Dimensional Code) được nghiên cứu và phát triển từ cuối những năm 1980 và đầu thập niên 1990, như một giải pháp vượt trội so với mã 1D. Không giống như mã vạch truyền thống chỉ sử dụng các vạch và khoảng trắng theo chiều ngang, mã 2D sử dụng cả chiều ngang và chiều dọc để mã hóa dữ liệu, từ đó tăng đáng kể khả năng lưu trữ thông tin, tối ưu hóa dung lượng và tốc độ truy xuất thông tin. Mã 2D bao gồm ma trận dữ liệu (Data Matrix), mã QR (Quick Response Code - Mã phản hồi nhanh) và mã PDF417 (Portable Data File 417 thuộc loại mã vạch tuyến tính 2D). Tất cả các mã này đều sử dụng các mẫu hình học (hình vuông, hình lục giác, dấu chấm và các hình dạng khác) để mã hóa dữ liệu ban đầu. Dữ liệu được mã hóa, sắp xếp theo

chiều dọc và chiều ngang của mẫu, do đó nó được đọc theo hai chiều. Do cấu trúc của chúng, mã 2D có thể chứa dữ liệu tối đa 7.089 ký tự, vượt xa so với mã 1D, trong khi mã có kích thước nhỏ hơn về mặt vật lý. Mã 2D có thể chứa nhiều loại dữ liệu khác nhau, bao gồm: địa chỉ URL trang web, tệp tin, tin nhắn văn bản, thông tin liên hệ, thậm chí cả hình ảnh, video, giọng nói và các loại dữ liệu nhị phân khác.

Thống kê chỉ ra rằng, số lượt quét mã trên toàn cầu tăng gấp 4 lần vào năm 2025, đạt 41,77 triệu lượt, tăng 433% so với 4 năm trước đó. Mã 2D được người dùng tạo ra đã thu được 7.181.345 lượt quét. Số lượng quét tăng cao trên toàn cầu cho thấy vai trò ngày càng lớn của công nghệ mã hóa nói chung, công nghệ mã 2D nói riêng. Theo khảo sát của Visa - tổ chức thanh toán thẻ lớn thứ hai trên thế giới, tại Đông Nam Á, 69%



Lựa chọn mã:

- Mã GS1 DataMatrix với chuỗi phần tử.

Dữ liệu giải mã:

- Mã số định danh thương phẩm toàn cầu (GTIN).
- Số lô/mẻ.
- Sử dụng tốt nhất trước ngày.
- Khối lượng tịnh.
- Giá trị.

Ứng dụng mã 2D trong chuỗi cung ứng thực phẩm.

người tiêu dùng quan tâm đến việc thanh toán thông qua mã 2D trong những năm tới, cho thấy sự tăng trưởng mạnh mẽ trong thanh toán quét mã, với ước lượng đạt tới 590% vào năm 2028. Trong đó, Thái Lan, Malaysia, Indonesia, Việt Nam và Philippines là 5 quốc gia hàng đầu tại châu Á sử dụng mã 2D rộng rãi trong mọi lĩnh vực. Điều này góp phần chuyển đổi việc thanh toán số xuyên biên giới không rườm rà, không tiền mặt, nhanh chóng và đảm bảo đồng bộ giữa các hệ thống.

Ưu điểm vượt trội của mã 2D

Điểm mạnh vượt trội của mã 2D nằm ở khả năng số hóa dữ liệu, công đoạn và tối ưu hóa quy trình quản lý thông tin số trong các lĩnh vực đa dạng. Một số ưu điểm vượt trội của mã 2D là:

Truy xuất dữ liệu nhanh chóng: Cho phép truy cập tức thì đến các thông tin được mã hóa, quét nhanh, dễ đọc từ nhiều góc độ đa chiều, hỗ trợ đắc lực cho các quy trình vận hành cần tốc độ xử lý và độ chính xác cao.

Tương thích với hầu hết các thiết bị di động: Phù hợp với xu hướng số hóa và kết nối người dùng qua điện thoại thông minh.

Cải thiện quản lý tài sản và hàng hoá: Dễ dàng tích hợp với hệ thống ERP, POS, CRM... giúp quản lý và nhập liệu từ các cơ sở dữ liệu bên ngoài và nội bộ tổ chức, do đó có thể theo dõi tài sản, hàng hóa một cách chính xác và hiệu quả hơn.

Giảm thiểu lỗi dữ liệu:

Trong khi phương pháp nhập liệu thủ công có thể phát sinh tới 10 lỗi trên 1.000 lần thao tác thì mã 2D giúp giảm tỷ lệ lỗi xuống còn 1 lỗi/10.000 lần, góp phần nâng cao độ chính xác và minh bạch của dữ liệu.

Tiết kiệm thời gian và tăng năng suất: Việc tự động hóa quá trình nhập và xử lý dữ liệu thông qua quét mã giúp giảm thời gian thao tác thủ công, cải thiện hiệu quả.

Khả năng lưu trữ dữ liệu lớn:

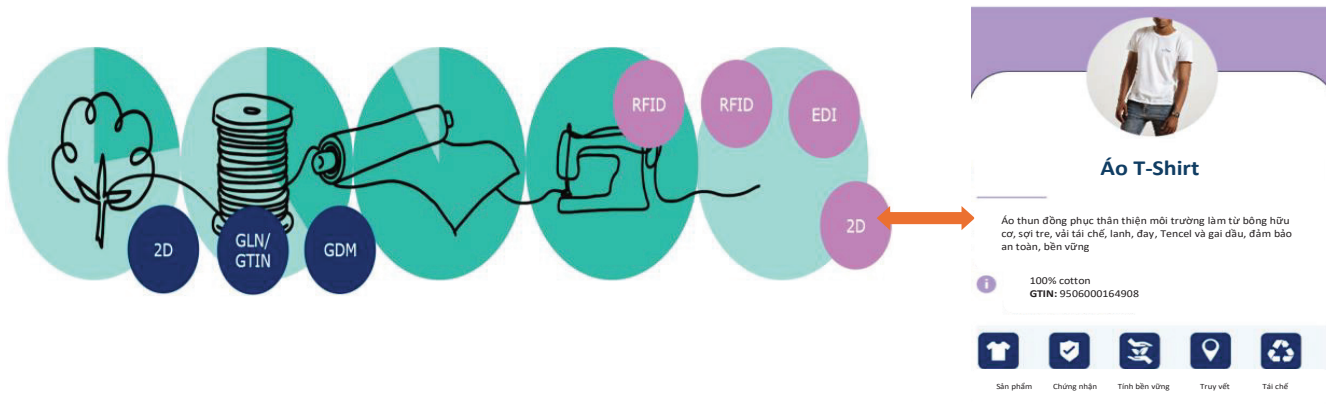
Mã 2D có thể chứa nhiều loại dữ liệu như văn bản, số, ngày tháng và liên kết, cho phép mã hóa trực tiếp trên sản phẩm mà không cần phải truy xuất cơ sở dữ liệu liên tục giữa các hệ thống phân tán.

Kích thước nhỏ, tiết kiệm không gian trên bao bì: Gắn mã 2D trên bao bì, sản phẩm, đặc biệt các là sản phẩm có kích thước nhỏ đem lại lợi ích vô cùng lớn. Với kích thước nhỏ, sẽ tiết kiệm không gian, đảm bảo chứa đựng đầy đủ thông tin, giúp tiết kiệm chi phí thiết kế, in ấn, ghi nhãn, góp phần bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

Những lợi ích trên đã góp phần làm cho mã 2D trở thành giải pháp lý tưởng cho các tổ chức mong muốn nâng cao hiệu quả sản xuất, quản lý, đảm bảo tính minh bạch và tối ưu hóa vận hành chuỗi cung ứng.

Ứng dụng mã 2D

Chính vì những lợi ích to lớn trên, mã 2D ngày càng được ứng dụng rộng rãi trên toàn cầu. Theo Tổ chức Mã số mã vạch toàn cầu (GS1), mã 2D đang được thúc đẩy nhanh chóng để thay thế mã 1D truyền thống trên quy mô toàn thế giới. Tại châu Á, Nhật Bản, Hàn Quốc, Trung Quốc là những quốc gia tiên phong trong việc triển khai QR Code, đặc biệt là trong thanh toán di động và logistics; châu Âu đã đưa mã 2D vào chuẩn bắt buộc trong lĩnh vực dược phẩm; Cơ quan Quản lý dược phẩm và thực phẩm Mỹ đã yêu cầu sử dụng Data Matrix để theo dõi thuốc theo Đạo luật về An ninh



Ứng dụng mã 2D trong chuỗi cung ứng sản phẩm may mặc và hộ chiếu số.

chuỗi cung ứng thuốc (DSCSA). QR Code cũng phổ biến trong bán lẻ, thực phẩm và truyền thông; Úc, Canada, Brazil cũng đang hướng đến “chuyển đổi số bao bì” với mã 2D tích hợp nhiều lớp thông tin hơn.

Mã 2D đặc biệt quan trọng trong ứng dụng hộ chiếu số của sản phẩm (Digital Product Passport - DPP) và nhãn điện tử (e-Label). Từ năm 2026, tất cả các sản phẩm tiêu dùng tại châu Âu sẽ bắt buộc phải đi kèm hộ chiếu số, nhằm cung cấp thông tin chi tiết về nguồn gốc, tác động môi trường và khả năng tái chế. Điều này không chỉ hỗ trợ các doanh nghiệp tuân thủ các quy định mà còn khuyến khích hành động tiêu dùng có trách nhiệm và bảo vệ môi trường. Hộ chiếu số là một hồ sơ điện tử đi kèm với sản phẩm, cung cấp thông tin đầy đủ về vòng đời của sản phẩm. Mã 2D sẽ là “chìa khóa truy cập” vào hộ chiếu số, là cổng kết nối giữa sản phẩm vật lý và không gian dữ liệu số.

Bên cạnh đó, nhãn điện tử đang phát triển mạnh mẽ, là một giải pháp hiện đại để truyền tải thông tin sản phẩm thông qua các phương thức điện tử thay vì chỉ dựa vào nhãn vật lý truyền thống. Nhãn điện tử không chỉ giúp tiết kiệm chi phí in ấn mà còn tạo ra sự linh hoạt trong việc cập nhật thông tin, giảm thiểu sai sót và nâng cao trải nghiệm mua sắm, khả năng tiếp cận thông tin của người tiêu dùng. Công nghệ này được triển khai thông qua màn hình kỹ thuật số tích hợp, hoặc các công nghệ như mã 2D hay ứng dụng di động.

Tại Việt Nam, ứng dụng mã 2D đang phát triển mạnh mẽ trong nhiều lĩnh vực, từ truy xuất nguồn gốc, chống hàng giả đến thanh toán không dùng tiền mặt và chuyển đổi số trong sản xuất - kinh doanh. Trong đó, khái niệm về nhãn điện tử và hộ chiếu số của sản

phẩm ứng dụng mã 2D còn mới tại Việt Nam. Trong xu thế toàn cầu hóa, nhãn điện tử và hộ chiếu số không chỉ giúp doanh nghiệp đáp ứng các tiêu chuẩn kỹ thuật và quy định pháp lý quốc tế, mà còn đóng góp vào việc xây dựng thương hiệu sản phẩm Việt Nam trên thị trường thế giới. Những thông tin được số hóa của sản phẩm, bao gồm: nguồn gốc nguyên liệu, quy trình sản xuất, tiêu chuẩn chất lượng và các yếu tố liên quan đến môi trường, lao động... sẽ tạo niềm tin vững chắc cho người tiêu dùng và đối tác nước ngoài, giúp nâng cao sức cạnh tranh của sản phẩm và thúc đẩy sự phát triển bền vững của nền kinh tế.

*
* *

Có thể khẳng định, việc đẩy mạnh ứng dụng mã 2D thể hiện sự tiến bộ đáng kể trong công nghệ mã hóa dữ liệu. Khả năng mã hóa lượng thông tin lớn trong một không gian nhỏ khiến chúng trở nên vô giá đối với các doanh nghiệp hiện đại đang tìm cách hợp lý hóa hoạt động và giảm lỗi. Khi các ngành công nghiệp không ngừng phát triển và áp dụng chuyển đổi số, tính linh hoạt và hiệu quả của mã 2D chắc chắn sẽ đóng vai trò then chốt trong việc định hình tương lai của sản xuất và quản lý chuỗi cung ứng. Chuyển đổi từ mã 1D sang mã 2D nhanh chóng là một bước chuyển mình quan trọng trong “kỷ nguyên phát triển bứt phá”, thể hiện tinh thần của Nghị quyết số 57-NQ/TW ngày 22/12/2024 của Bộ Chính trị về đột phá phát triển khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số quốc gia.