

## Barre a due dimensioni

Per rispondere alla necessità di integrare nei codici a barre un numero di informazioni sempre maggiore sono state sviluppate negli ultimi anni nuove tecnologie per l'utilizzo di codici bidimensionali o Matrix. Presentiamo i codici più diffusi



MARZIA BRAMATI

**P**er anni i codici a barre sono stati utilizzati e promossi come una sorta di 'targa automobilistica' leggibile con sistemi automatici. Ogni etichetta conteneva un numero seriale sotto forma di barre bianche e nere che dava accesso a un database contenente informazioni dettagliate. Ma gli utenti finali chiedevano di più: non un codice che desse accesso a un database, bensì un vero e proprio database portatile integrato nel codice a barre. Già nel 1984 l'Automotive industry action group (Aiag) pubblicò una norma che prevedeva l'uso di quattro codici a barre Code 39 'impilati', ma il primo vero codice 2D fu realizzato nel 1988 con il lancio di Code 49 da parte di Intermec Corporation.

### Definizioni e applicazioni

Esistono diverse terminologie applicate a questa classe di codici a barre. La definizione di codice bidimensionale o 2D abbraccia tutte le tipologie esistenti. Fra queste, il termine codice 'impilato' (stacked) o multiriga indica quei simboli composti in realtà da una serie di codici monodimensionali. Il termine 'codici Matrix' si riferisce invece ai simboli in cui la codifica è basata sulla posizione di punti neri all'interno di una matrice bidimensionale: ogni elemento nero ha le stesse dimensioni ed è la sua posizione a determinare la codifica dei dati. A differenza dei codici a barre tradizionali, che beneficiano della 'ridondanza verticale' per compensare possibili difetti di stampa, i codici 2D

memorizzano le informazioni in entrambe le direzioni, larghezza e altezza, pertanto è necessario prevedere altre tecniche per compensare eventuali difetti di stampa o lettura, come ad esempio segni e parole di controllo (check word o check digit). Inizialmente i codici 2D sono nati per risolvere applicazioni con forti limitazioni di spazio, ad esempio le confezioni monodose nel settore farmaceutico e sanitario. Anche l'industria elettronica ha subito dimostrato interesse per codici ad alta densità per gestire componenti sempre più miniaturizzati. Più recentemente la nuova tecnologia ha riscosso interesse anche in applicazioni dove lo spazio non manca, ma è necessario immagazzinare molte informazioni, ad esempio nome e cognome, indirizzo e dati demografici per campagne di mailing, oppure in ambito industriale per interventi di manutenzione in cui il tecnico ha la possibilità di leggere direttamente dal codice a barre in campo tutti i dati relativi all'apparecchiatura, senza doversi collegare al database dell'ufficio.

### Codici in rassegna

Attualmente si contano oltre 20 tipologie di codici 2D che illustreremo in maniera completa ma sintetica per ovvi motivi di spazio. Il cosiddetto Bumpy Barcode è in realtà un codice a barre tradizionale (come Code 39 o Code 128) dove la seconda dimensione è data dal rilievo, in quanto il codice viene stampato o goffrato direttamente sulla superficie. In questo modo può essere usato laddove un'etichetta non aderirebbe o verrebbe intaccata da un'atmosfera

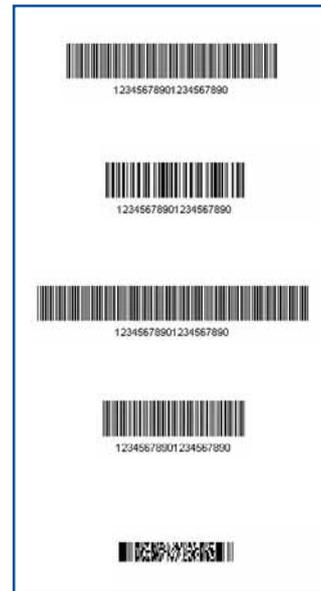
ostile o corrosiva. 3-DI è un codice proprietario sviluppato da Lynn Ltd che usa piccoli segni circolari, dimostrandosi particolarmente adatto per superfici metalliche lucide e curve come quelle degli strumenti chirurgici. E' proprietario anche ArrayTag, composto da elementi esagonali, capace di immagazzinare centinaia di caratteri ed essere letto fino a 50 m di distanza in diverse condizioni di illumina-



**Questi esempi riferiti a valori alfanumerici mostrano la grande compattezza del codice DataMatrix rispetto ai codici a barre tradizionali, ma anche rispetto a un codice 2D come PDF 417**

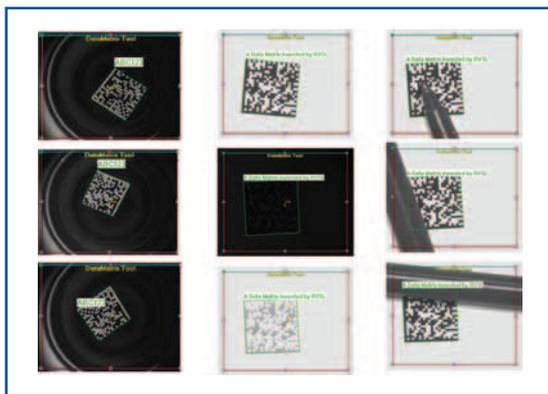
zione: per questo viene utilizzato principalmente per il monitoraggio di tronchi e legname. Aztec Code è invece un codice di dominio pubblico concepito per la massima facilità di stampa e decodifica, composto da una griglia quadrata con elementi quadrati e una sorta di 'mirino' centrale anch'esso quadrato. Il formato può variare da 15x15 a 151x151 moduli, accogliendo da un minimo di 13 caratteri numerici o 12 alfabetici a un massimo di 3.832 numerici o 3.067 alfabetici o 1.914 B di dati. Small Aztec Code è una speciale versione 'salvaspazio' che può accogliere fino a 95 caratteri, garantendo la piena compatibilità di decodifica con i simboli Aztec, cosicché possono essere usati congiuntamente nelle stesse applicazioni. Aztec Code è disponibile in 32 formati; Small Aztec in quattro. Ci limitiamo a citare CodaBlock, originariamente un codice 'impilato' di simboli Code 39, che può contenere da 1 a 22 righe e, nella più recente versione CodaBlock F, da 2 a 44 righe. Code 1 del 1992 è invece il primo simbolo a matrice di dominio pubblico, capace di codificare dati Ascii, correzione di errori, caratteri funzione e dati binari. Il formato più piccolo (1A) può contenere 13 caratteri alfanumerici o 22 cifre, il più grande (1H) 2.218 caratteri alfanumerici o 3.550 cifre. Questo codice, che ha la peculiarità di poter essere composto in diverse forme come L, U o T, viene usato per etichette di medicinali e nel settore del riciclaggio. Code 16K è un simbolo continuo a lunghezza variabile, in grado di codificare l'intero set dei 128 caratteri Ascii, che ha risolto un problema intrinseco di Code 49, la cui struttura richiede moltissima memoria per codificare e decodificare tabelle e algoritmi. Code 49, introdotto da Intermec Corporation nel 1987, usa una serie di codici a barre sovrapposti ed è di dominio pubblico. L'azienda ha sviluppato uno scanner a CCD in grado di leggere sia simboli Code 49 sia codici a barre tradizionali. Le etichette possono essere stampate con le normali stampanti in commercio. DataGlyph è un codice proprietario studiato per 'fondersi'

con il design dei prodotti su cui viene stampato. I 'geroglifici' possono essere infatti loghi e tinte celati dietro testo o grafica, per applicazioni come questionari, direct mailing, sondaggi e biglietti da visita. CP Code è un codice proprietario dalla configurazione simile a DataMatrix, ma molto più grande. DataMatrix si sta infatti affermando proprio per la sua estrema compattezza. Il simbolo può contenere da 1 a 500 caratteri e può essere rimpicciolito fino a un quadrato di 1 milionesimo di pollice di lato: si ha così una densità teorica di 500 milioni di caratteri per pollice, limitata nella pratica dalla risoluzione effettiva delle tecnologie di stampa e scansione. Secondo Acuity CiMatrix, l'azienda che ha sviluppato questo codice, il simbolo offre un alto grado di ridondanza e tolleranza grazie alla codifica mediante posizione assoluta (e non relativa) del punto. Pertanto, risulta leggibile anche se una parte del codice è mancante o nascosta. Le applicazioni più frequenti di DataMatrix sono i circuiti integrati e altri prodotti elettronici che sfruttano la capacità del codice di comprimere una cinquantina di caratteri in un simbolo da 2 o 3 mm<sup>2</sup>, leggibile anche con un contrasto solo del 20%. Simboli anche piccoli possono essere letti con uno scanner o una videocamera a CCD fino a circa un metro di distanza, a una velocità di 5 simboli al secondo. Per i più curiosi, all'indirizzo <http://www.rvsi.net/Create%20DM.html> è possibile fare alcune prove di generazione di codici DataMatrix. DataStrip Code, originariamente chiamato SoftStrip, è il più vecchio dei simboli 2D, basato su un sistema brevettato di codifica e scansione che permette di stampare su carta comune dati, grafica e persino suoni digitalizzati, in un formato ad alta densità mentre Dot Code A (conosciuto anche come Philips Dot Code) è uno dei pochi codici a punti, studiato per l'identificazione esclusiva di oggetti in un'area relativamente ristretta o per la marcatura diretta con tecnologie a bassa precisione. Il simbolo è un array quadrato di punti che nella versione più grande consente di distinguere oltre 42 miliardi di miliardi di miliardi di miliardi di singoli articoli, motivo per cui trova impiego nell'identificazione di vetreria da laboratorio e marcatura di abiti in lavanderia. Simile a Philips Dot Code è Snowflake Code, datato 1981, un simbolo quadrato di punti discreti



**Un altro esempio, questa volta con valori solo numerici, in cui DataMatrix emerge come il sistema di codifica più compatto**

che può codificare oltre 100 cifre numeriche in soli 5x5 mm. Il sistema di correzione degli errori impostabile dall'utente assicura la leggibilità anche se il codice è rovinato fino al 40%. Questo codice viene usato nell'industria farmaceutica, con il vantaggio di poter essere applicato in diversi modi: etichette stampate, stampa a getto d'inchiostro, incisione laser o perforazione. Esistono anche codici basati su sfumature, come HueCode, composto da blocchi di celle che contengono più di un bit per cella. Questo è possibile grazie all'uso di sfumature di grigio o colore. La densità delle informazioni varia a seconda delle tecniche utilizzate, ma tipicamente è compresa fra 640 B per pollice



**DataMatrix ha vantaggi ben definiti. Nella colonna a sinistra si vede come i codici possano essere letti con qualsiasi orientamento. La colonna centrale evidenzia la possibilità di lettura in diverse condizioni di illuminazione. E infine, a destra, il codice risulta leggibile anche quando una porzione rilevante del simbolo è mancante o coperta.**

quadrato, ma richiede stampanti con una risoluzione più elevata. Il 'mirino' centrale consente di leggere l'etichetta a prescindere dall'orientamento. In un pollice quadrato ci stanno un centinaio di caratteri Ascii e il simbolo può essere letto anche se il 25% è rovinato. MiniCode è invece un codice proprietario composto da matrici quadrate con un metodo brevettato di codifica per dati a bassa risoluzione (applicazioni di tracciatura/classificazione) e ad alta risoluzione (applicazioni per bolle di carico e spedizione). Arriviamo così a PDF 417, inventato nel 1991 da Symbol Technologies e basato su simboli costituiti da 17 moduli, ciascuno dei quali contiene quattro barre e spazi (da cui il numero 417). Il codice di dominio pubblico ha una struttura con una capacità fra 1.000 e 2.000 caratteri per simbolo. I simboli sono leggibili con scanner laser o CCD modificati e possono essere stampati con stampanti ad alta densità (laser o termiche).

Esistono numerosi tool e software gratuiti per la generazione di codici PDF 417 in formato elettronico che possono poi essere facilmente inseriti con un'operazione di copia-incolla in un comune documento Word. Esiste anche una variante compatta chiamata Micro PDF 417, con una capacità massima di 150 B, 250 caratteri alfanumerici o 366 cifre numeriche, per applicazioni in cui le dimensioni dei

stampanti laser e oltre 40.000 B per pollice quadrato con le stampanti a sublimazione d'inchiostro. MaxiCode, sviluppato originariamente dal corriere UPS nel 1992, è una matrice di un pollice di lato composta da 866 esagoni interlacciati. In questo modo il codice vanta una densità superiore almeno del 15% rispetto al corrispondente

## Codici Matrix

<b>3-DI</b>	
<b>Aztec Code</b>	
<b>CodaBlock</b>	
<b>Code 16K</b>	
<b>ArrayTag</b>	
<b>Bumpy Barcode</b>	
<b>Code 1</b>	
<b>UltraCode</b>	
<b>Code 49</b>	
<b>CP Code</b>	
<b>DataGlyph</b>	
<b>DataMatrix</b>	
<b>DataStrip Code</b>	
<b>MaxiCode</b>	
<b>MiniCode</b>	
<b>PDF 417</b>	
<b>QR Code</b>	
<b>SnowFlake Code</b>	
<b>SuperCode</b>	

simboli PDF 417 risultano eccessive. QR (Quick Response) Code è un codice a matrice di dominio pubblico, i cui simboli possono essere riconosciuti facilmente tramite un motivo di quadrati nidificati chiari e scuri alternati posti a tre angoli della matrice. Oltre alla capacità (7.366 caratteri numerici o 4.464 alfanumerici), una caratteristica importante è la possibilità di codificare direttamente caratteri giapponesi Kanji e Kana. SmartCode è composto da un array di bit binari piuttosto ampio, adatto anche per trasmissioni dirette via fax, mentre SuperCode usa una struttura a pacchetto che consente di utilizzare forme non rettangolari.

Ultimo della lista è UltraCode, che utilizza coppie di colonne verticali composte da 7 celle monocromatiche (scuro/chiaro) o 8 celle multicolore (tipicamente bianco, rosso, verde, e blu, o ciano, magenta, giallo e nero) per codificare ogni dato come un punto. ■