The background of the page is a blurred, abstract image. It features a grid-like pattern of small, dark squares on a dark blue background. A bright, horizontal band of light, possibly representing a sunset or sunrise, stretches across the middle of the image. The colors are primarily dark blue, red, and yellow. The overall effect is a sense of depth and motion, typical of a panoramic view.

Panorama

TECNOLOGIE

Raccolta automatica dei dati

Oggi è difficile pensare ad un qualsiasi settore dove non esistano tecnologie di identificazione certa, in molti casi automatica, di cose o persone. I clienti si identificano on line per accedere ai siti di acquisto o di home banking, qualsiasi bene di consumo è dotato di barcode per il passaggio in cassa ai negozi o supermercati (corrispondente a un identificativo numerico nel raro caso in cui non avvenga la lettura automatica), non esistono più impianti di risalita sciistici che non abbiano le antenne RFID ai tornelli di accesso.

Gli ospiti delle navi da crociera presentano una card con codice a barre per risalire a bordo dalle gite, in certi istituti scolastici persino le presenze dei bambini a mensa sono gestite con un identificativo personale, qualsiasi nuovo magazzino nasce con un impianto a radiofrequenza per gestire la lettura dei barcode sui colli o pallet, quando non è già dotato di varchi RFID sulle baie di carico. E l'elenco potrebbe continuare per pagine e pagine.

Il mondo dunque è cambiato e le tecnologie sono in continua trasformazione, ma più trasversale e fluttuante diventa il mondo tecnologico, più si rafforza questo primo, fondamentale elemento sui cui qualsiasi sistema di gestione dei flussi dovrà essere edificato: uno strumento di identificazione certa di chi o che cosa sia quell'oggetto o quella persona. Per questo l'identificazione automatica è alla base della cosiddetta Internet of Things, cioè la rete di informazioni in grado di seguire in modo automatico e condiviso tutto il flusso fisico delle merci o delle persone, che dà a tutti coloro che se ne devono occupare la possibilità di accedere a queste stesse informazioni.

In breve, si parla oggi di Internet delle cose per significare, con infinite variazioni sul modello, questa idea di una rete di comunicazione intelligente in grado di coinvolgere persone, oggetti e azioni, in un flusso unico che vede insieme l'intervento umano e l'automazione generata dalle informazioni stesse.

Con la raccolta automatica dei dati possiamo sapere, in tempo reale e con precisione, ciò che sta succedendo in ogni parte dell'azienda, sia essa al suo interno o all'esterno. Ecco il significato di base di quelle tecnologie, che ormai hanno diversi decenni di vita e sono diventate una base imprescindibile per qualsiasi processo aziendale e per qualsiasi settore industriale.

Ad aziende sempre più connesse corrispondono individui sempre più connessi, grazie alla pervasività delle nuove tecnologie IT quali smartphone, tablet e reti locali o diffuse. Soluzioni che si sovrappongono in vario modo al mondo della raccolta automatica dei dati, talvolta come interessanti ampliamenti di applicazioni consumer – come possono essere le applicazioni di scansione del QR Code – talvolta insidiando il primato dei prodotti robusti, tipici degli ambienti di business: per quanto affascinanti, queste opzioni però vanno attentamente valutate nei loro pro e contro, calcolando onestamente quello che può essere il ritorno d'investimento di un prodotto rugged rispetto ad uno consumer.

Parliamo insomma di una articolata base tecnologica, che mette insieme elementi consolidati e spunti innovativi per sviluppi successivi, che possono andare dalle applicazioni di tracciabilità basate su reti blockchain, alle possibilità di analizzare i dati strutturati in relazione con dati non strutturati, che va sotto il nome di big data, con tutte le possibilità che apre.

Di certo, vi sono applicazioni che oggi sarebbero semplicemente impensabili senza identificazione: ad esempio, la vendita al dettaglio – su ogni prodotto venduto viene scansionato un codice a barre - la contract logistics o il settore trasporti e spedizioni – su ciascun collo c'è un'etichetta logistica – ma anche la sanità, con l'identificazione dei pazienti e l'informatizzazione del percorso clinico, i trasporti pubblici, le applicazioni dedicate al cittadino, i pagamenti e così via. Al di là di questo, emergono oggi nuove definizioni, prima fra tutte la quarta rivoluzione industriale o Industry 4.0: un concetto che vede nella raccolta, disponibilità e condivisione dei dati uno dei suoi pilastri fondamentali. Ecco perché oggi parlare di identificazione automatica è più attuale che mai. A questo vuole servire la nostra guida, che intende fornire anche quest'anno un utile strumento di orientamento e di valutazione tecnologica, per poter costruire la soluzione che meglio risponde alle proprie necessità.

I CODICI A BARRE

La tecnologia di identificazione automatica più diffusa, pur considerando l'evoluzione dello scenario tecnologico, è tuttora il codice a barre, che ancora consente il miglior rapporto fra costi e prestazioni in tantissimi settori applicativi

I codici a barre sono costituiti da una sequenza di barre verticali nere e bianche contenenti l'informazione codificata secondo regole che determinano, per ogni carattere, la posizione e le dimensioni delle barre. I codici a barre si possono distinguere in base alla tecnologia di scansione necessaria per leggerli e cioè:

A SCANSIONE LINEARE: i dati si leggono decodificando una singola scansione del simbolo;

A SCANSIONE PER RIGHE SOVRAPPOSTE O MULTILINEA: i dati si leggono decodificando più scansioni, una su ciascuna delle righe di cui è costituito il simbolo;

A SCANSIONE PER IMMAGINE: i dati si leggono decodificando un'immagine a matrice del simbolo.

Più semplicemente, i codici a barre sono delle immagini grafiche a due dimensioni: quelli a lettura su una sola linea vengono chiamati monodimensionali (1D), mentre gli altri due gruppi sono chiamati generalmente bidimensionali (2D).

La scelta della simbologia è fondamentale per la riuscita del sistema di identificazione. A volte questa scelta è molto semplice come nel caso di prodotti per la GDO, in cui si è obbligati a usare il codice GS1. A tal proposito, è bene sottolineare che codici a barre e mondo GS1 sono strettamente legati, ma non sono la stessa cosa: non tutti i codici a barre sono standardizzati

da GS1, e a sua volta GS1 fa molto più che definire le forme dei codici a barre. GS1 si occupa infatti di ideare e mantenere tutti gli standard che consentono la comunicazione di imprese, sia dal punto di vista del contenuto (identificativi numerici) sia in termini di forma (barcode, RFID ecc.).

Per scegliere il codice, è quindi necessario innanzitutto chiarire che cosa si vuole codificare, lo spazio a disposizione per il codice, il sistema di stampa e di lettura che si intende utilizzare, la necessità di utilizzarlo in una filiera aperta o chiusa e più in generale il perimetro di utilizzo del barcode.

SIMBOLOGIA	SET CARATTERI	LUNGHEZZA	START/STOP	SELF CHECKING	CHECK CHARACTER	USO LIBERO
2/5 INTERLEAVED	10 NUM.	VARIABLE	1 START/1 STOP	SI	OPZIONALE	SI
CODE 39	10 NUM. 26 ALFA 7SPEC.	VARIABLE	1 UNICO	SI	OPZIONALE	SI
CODE 128	ASCII	VARIABLE	3 START DIVERSI 1STOP	SI	SI	SI
EAN 8	10 NUM.	FISSA 8	1 UNICO	SI	SI	No
EAN 13	10 NUM.	FISSA 13	1 UNICO	SI	SI	No
UPC/A	10 NUM.	FISSA 12	1 UNICO	SI	SI	No
UPC/E	10 NUM.	FISSA 6	1 UNICO	SI	SI	No

Tabella 1 - Caratteristiche dei codici a barre lineari più usati.

I codici lineari

Il barcode lineare è costituito da una sequenza di barre e spazi. Ciascuna sequenza di barre e linee deve essere preceduta e seguita da un'area di riposo (Quiet Zone) ovvero un'area chiara. Per permettere di capire se il barcode è stato letto per intero, l'informazione è preceduta da un carattere di start e seguita da un carattere di stop.

Alcuni barcode hanno i caratteri di start e di stop uguali tra loro (ad esempio il code 39), in altri sono diversi (come nel code 128). La caratteristica di avere i caratteri di start e stop diversi è usata da alcuni barcode per determinare la direzione del barcode e quindi permettere la lettura da entrambi i sensi. Per permettere la correttezza della lettura del barcode, è previsto un codice di controllo (check digit).

La Tabella 1 riassume le principali caratteristiche dei codici monodimensionali attualmente più usati.

Di seguito ecco i codici più diffusi, rispondenti alle norme CEN (Comité Européen de Normalisation), con i rispettivi campi d'applicazione. Cominciamo con i codici lineari.

- **Codice 2/5 i (Interleaved)** - Detto anche ITF (Interleaved Two of Five), è strutturato su una soluzione di compenetrazione fra caratteri costituiti da barre nere e caratteri costituiti da barre bianche.



Presenta alta densità di informazione (fino a 32 caratteri) ma esclusivamente di tipo numerico. È usato negli imballi ed è tuttora diffuso in ambienti industriali e commerciali; viene

convenientemente sostituito dal Code 128 subset C, solo numerico.

- **Codice 39** - Sviluppato già nel 1974 da Intermecc, tratta informazioni alfanumeriche, solamente con lettere maiuscole. Grazie alla sua alta densità di informazione per numeri e lettere, è diffuso in svariati settori applicativi, sia nella versione standard che in versioni modificate. In Italia, una sua versione in base 32 rappresenta il codice ministeriale farmaceutico.



- **Codice 128** - È il codice più universale, affidabile e compatto fra i codici lineari. Ha 3 tabelle di codifica, subset A, B e C inizializzate ciascuna da un carattere di start diverso. La tabella A contiene soprattutto caratteri di controllo, la tabella B contiene la tabella ASCII quasi al completo mentre la tabella C è per passare da una tabella all'altra per massimizzare la compattazione.



- **Codice EAN (European Article Numbering)** - Disponibile nelle due versioni EAN 8 ed EAN 13, rispettivamente con 8 e 13 caratteri, rappresenta la simbologia usata nei prodotti di largo consumo e nella grande distribuzione. In particolare, EAN-8 è la simbologia per codice a barre che consente la codifica del GTIN-8 nel sistema GS1; EAN-13 è la simbologia per codice a barre che consente la codifica del GTIN-13 nel sistema GS1.



- **Codice GS1-128** - È uno standard che fa uso di AI, Application Identifier numerici, per creare i messaggi, ed è utilizzato soprattutto nelle supply chain della grande distribuzione, in quanto il suo utilizzo è concesso in licenza esclusiva a GS1. La simbologia GS1-128 è basata sul Code-128.



Questa simbologia è estremamente flessibile e viene usata per la codifica delle informazioni supplementari sulle unità logistiche, utilizzando gli identificatori dati.

Il simbolo GS1-128 contiene sempre un carattere speciale non significativo noto come codice Funzione 1 (FNC1) il quale ha duplice funzione: garantisce la differenziazione del GS1-128 da qualsiasi altro codice, infatti, viene sempre posizionato subito dopo il carattere iniziale; inoltre, agisce da separatore per gli AI che hanno un campo dati di lunghezza variabile.

I codici bidimensionali

- **Codablock F** - Codice multilinea basato sul codice 128, può memorizzare fino a 2.725 caratteri alfabetici o 5.450 caratteri numerici su un massimo di 44 righe con 62 caratteri per riga. Non ha correzione di errori; in questo caso la sicurezza è data dalla altezza delle singole righe che può essere incrementata a piacimento.



- **Data Matrix** - Codice a matrice molto compatto, può memorizzare fino a 2.335 caratteri alfabetici o 3.116 caratteri numerici. Particolarmente adatto per la marcatura diretta su manufatti.



- **Maxi Code** - Sviluppato da Ups nel 1989 per lo smistamento, la classificazione e l'identificazione rapida dei pacchi su nastri trasportatori, è un codice a dimensione fissa (circa un pollice quadrato) e dalla capacità costante di 100 caratteri. È costituito dalla sezione trasversale di una griglia esagonale, con finder centrale ad "occhio di bue". Consente la lettura a velocità fino a 2,8 m/s.



- **PDF417** - Codice multilinea largamente supportato a livello mondiale, può memorizzare fino a 1.850 caratteri alfabetici o 2.710 caratteri numerici su un massimo di 90 righe e 30 colonne. Il livello di correzione degli errori è liberamente programmabile fra 0 (nessuna correzione) e 8 (massima correzione, ridondanza e sicurezza).



- **QR Code** - Codice a matrice sviluppato da Denso, può memorizzare fino a 1.520 caratteri alfabetici o 2.509 caratteri numerici. Particolarmente adatto per la marcatura diretta su manufatti e per le applicazioni di scansione da parte degli smartphone.



I codici composti (CS)

Il codice composto è un codice che combina un codice lineare con un codice bidimensionale stacked. Il vantaggio di questa composizione è che nella parte lineare sono codificate le informazioni essenziali, mentre nella parte 2D vi sono quelle aggiuntive, entrambe rese più leggibili dalla parte vuota fra l'uno e l'altro.

Questo standard combina un codice a barre lineare con un codice in 2D basato sul PDF417, oppure su MicroPDF. Dei

due codici componenti il simbolo, il primo viene indicato come Linear Component (LC) e il secondo come Composite Component (CC).

La parte 2D a sua volta, presenta tre differenti varianti, ciascuna con altrettante capacità:

- **CC-A.** Ha capacità di 56 cifre ed è basato sul MicroPDF;
- **CC-B.** Ha capacità di 338 cifre, si avvale del MicroPDF e di una parola chiave stabilita dall'UCC/EAN;
- **CC-C.** Ha capacità di 2.361 cifre, si avvale dello standard PDF417 e di una parola chiave stabilita dall'UCC/EAN.

Un concetto fondamentale contenuto nel simbolo composito riguarda il "linking" o collegamento. Il suo Componente Composito in 2D è stampato assieme al Componente Lineare, che contiene sempre l'informazione primaria di identificazione del prodotto. Il CC contiene inoltre una specifica parola codificata che conferma il fatto che il dato rispetta lo standard UCC/EAN, presente nel codice lineare. Ove possibile viene inserita anche la funzione inversa con il link residente sul codice lineare. Questa funzione di linking è indispensabile

per evitare che i due simboli vengano letti e decodificati separatamente generando dei possibili errori. Il Componente Lineare può essere UCC/EAN standard oppure anche di tipo RSS. Le figure seguenti riportano alcuni esempi di Simboli Compositi, caratterizzati da varie densità di caratteri. Dalle stesse figure si può notare che il Componente Composito (CC) viene posizionato in modo alquanto differente in funzione della simbologia lineare utilizzata: in particolare, nel caso in cui tra i due simboli rimanga un piccolo spazio come avviene per l'EAN-13, la funzione di linking può essere ottenuta inserendo agli estremi di tale spazio due linee di marcatura "irregolari": linee ricurve e non rette, che potrebbero essere lette come barre.



Simbolo composito con RSS-14.



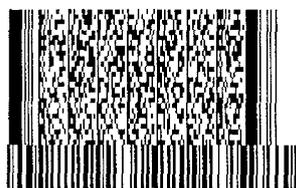
Simbolo composito con RSS-14 Limited.

per evitare che i due simboli vengano letti e decodificati separatamente generando dei possibili errori.

Il Componente Lineare può essere UCC/EAN standard oppure anche di tipo RSS. Le figure seguenti riportano alcuni esempi di Simboli Compositi, caratterizzati da varie densità di caratteri. Dalle stesse figure si può notare che il Componente Composito (CC) viene posizionato in modo alquanto differente in funzione della simbologia lineare utilizzata: in particolare, nel caso in cui tra i due simboli rimanga un piccolo spazio come avviene per l'EAN-13, la funzione di linking può essere ottenuta inserendo agli estremi di tale spazio due linee di marcatura "irregolari": linee ricurve e non rette, che potrebbero essere lette come barre.



Simbolo composito con EAN-13.



Simbolo composito con UCC/EAN-128.



Simbolo composito con EAN-8.



Simbolo composito con GS1-128.

Il codice GS1 DataBar

Anche il GS1 DataBar fa parte del gruppo dei codici compositi, ma merita una descrizione dedicata. Il GS1 DataBar infatti è la simbologia di codici a barre scelta da GS1 per raccogliere e controllare informazioni aggiuntive sul prodotto al momento del passaggio alle casse dei supermercati: infatti, a partire dal 2014 le casse dei punti vendita devono poter leggere anche questo standard.

Tale simbologia è caratterizzata da due aspetti principali: la dimensione ridotta rispetto all'EAN-13 e la possibilità di rappresentare a barre informazioni aggiuntive rispetto al GTIN rendendole leggibili anche alle casse dei punti vendita.

Infatti, il GS1 DataBar può contenere molte informazioni che si aggiungono al GTIN, come: il numero di lotto, la data di scadenza, il numero seriale, il peso netto e il prezzo di vendita (questi ultimi due per i prodotti a peso variabile). Questo è reso possibile dall'utilizzo degli Application Identifier GS1 (AI). Grazie anche alle sue dimensioni ridotte, il GS1 DataBar è adatto a prodotti piccoli, ai freschi e quando c'è poco spazio in etichetta.

In particolare, è utile per:

- **Identificare prodotti di dimensioni ridotte o con etichette che non consentono la stampa di un normale codice a barre EAN-13.**
- **Codificare prodotti freschi a peso variabile, identificati mediante GTIN, superando le soluzioni nazionali attualmente diffuse.**
- **Gestire la tracciabilità, attraverso la lettura e il riconoscimento in cassa del lotto del prodotto.**
- **Usare la data di scadenza per riconoscere i prodotti scaduti e applicare sconti in prossimità della scadenza.**

Esistono diverse tipologie di GS1 DataBar, ma solo quattro di queste sono destinate al passaggio alle casse della GDO. Ciascuna tipologia presenta specifiche caratteristiche, e in base all'utilizzo richiesto, si può scegliere quella più adatta.

In alto, i quattro simboli con caratteristiche idonee per il passaggio in barriera cassa.



GS1 DataBar Expanded Stacked.



GS1 DataBar Expanded.



(01) 0 8032089 00415 2

GS1 DataBar Omnidirectional Stacked.



(01) 0 8032089 00415 2

GS1 DataBar Omnidirectional.

Requisiti di qualità dei codici

La leggibilità dei codici stampati deve essere accuratamente verificata prima che l'etichetta o il bene identificato comincino a circolare, per essere certi che il codice corrisponda alle norme industriali. Tale operazione deve essere condotta mediante appositi verificatori e non con un lettore barcode di commercio, tipicamente dotato di avanzate soluzioni di gestione degli errori.



Il verificatore DataMan 8072 di Cognex, in grado di analizzare codici Direct Part Mark (DPM). Dotato di un processore ultra-rapido e una fotocamera ad alta risoluzione per leggere e valutare anche i codici più difficili, il lettore rispetta gli standard ISO/IEC TR 29158 (AIM DPM).

Oltre a quanto stabilito dalle norme in termini di caratteristiche, dimensioni e qualità di ciascun tipo di codice, vi sono delle specifiche di carattere generico, valide per tutti le tipologie di codice, i lettori, la stampa, i verificatori e così via. Il rispetto di queste norme garantisce la reale leggibilità dei codici a barre al di là della tolleranza conferita dalle normali soluzioni di lettura, che tendono a risolvere eventuali errori di stampa o codifica mediante avanzati algoritmi di analisi del codice.

Tuttavia, per evitare difficoltà di lettura, che portano poi in qualsiasi ambiente disservizi e ritardi, qualunque codice, sia

esso 1 o 2D, deve rispettare i seguenti parametri.

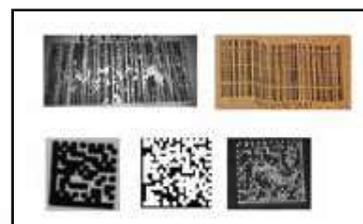
La variazione della dimensione delle barre nere e bianche deve rientrare entro certi limiti di tolleranza. È da tener presente che il processo di stampa può far allargare o restringere le barre nere rispetto a quelle bianche (sbavature, colature, etc.) portando così il codice fuori tolleranza.

È necessario sempre rispettare la quiet zone, ossia la zona bianca a fianco dei codici. Il non rispetto di questa specifica è una delle cause più frequenti di non leggibilità dei codici a barre soprattutto nella grande distribuzione in quanto vengono frequentemente stampate delle informazioni commerciali troppo vicino al codice a barre.

Bisogna anche considerare un elemento che può rendere molto difficoltosa la lettura: i contrasti di colore e di stampa, nel caso soprattutto si stampi il codice su sfondi colorati. Bisogna tenere presente che i lettori sono a luce rossa per cui, ad esempio, per il lettore uno sfondo giallo, agli effetti del contrasto, è come uno sfondo grigio per i nostri occhi. Esistono in commercio degli appositi verificatori, sia portatili che da laboratorio, per fare in modo economico, semplice e rapido il controllo sulla qualità dei codici a barre.

La verifica fatta con un lettore di commercio, come si vede fare frequentemente, non ha viceversa alcun valore, sia perché ogni lettore, per ragioni commerciali, è in grado di leggere oltre le specifiche, sia perché un lettore non è in grado di dare una valutazione, dirà semplicemente ho letto/non ho letto senza dare alcuna informazione aggiuntiva soprattutto ad esempio su un processo di deterioramento della stampa che può essere in atto.

Esempi di codici a barre stampati in modo scorretto, sia 1D che 2D. Documentazione Omron Microscan.



Verificatore Axicon Serie 15000, in grado di gestire codici mono e bidimensionali.

LA RFID

La RFID (radio frequency identification) è una tecnologia di identificazione che ricorre ad un segnale in radiofrequenza quale supporto di dialogo tra l'oggetto da identificare e il dispositivo di riconoscimento. Di seguito le principali distinzioni in termini di frequenza, potenza e tipologie costruttive dei tag

Frequenza

Un sistema RFID si basa sui due seguenti elementi: il transponder o tag, composto a sua volta di chip e antenna, e il lettore/scrittore, con la funzione di leggere i dati contenuti nel transponder e, se richiesto, di sovrascriverne dei nuovi.

Essendo la RFID, come detto, una tecnologia di trasmissione di informazioni via radio, cominciamo la trattazione delle suddivisioni in termini di frequenza. In funzione delle frequenze già attribuite, e largamente utilizzate da un elevato numero di gruppi di utenti (radio, televisione, esercito, protezione civile ecc.), alla RFID sono state attribuite un certo numero di frequenze, classificate in quattro gruppi:

- **le basse frequenze (low frequency - LF)**, inferiori a 135 KHz, in particolare due: 125 KHz e 134 KHz;
- **le alte frequenze (high frequency, HF)**: una sola è utilizzata, quella di 13,56 MHz;
- **le frequenze ultra alte (ultra high frequency, UHF)**: due sono utilizzate, 433 MHz e la banda che va da 860 a 960 MHz;
- **le microonde**: due frequenze erano inizialmente riservate, 2,45 GHz e 5,8 GHz, ma quest'ultima è stata ultimamente dismessa per mancanza di richieste, rimanendo comunque a disposizione della RFID.

Bisogna precisare che ciascuna frequenza ha caratteristiche sostanzialmente diverse, sotto un profilo fisico: parametri di comunicazione (distanza, velocità di scambio...), ambiente in cui può funzionare (presenza di metallo o di liquidi, attività elettromagnetica...).

«Le tecnologie RFID sono basate sulla propagazione radio o elettromagnetica» come scrivono Battezzati/Hygounet, "RFID", Hoepli Editrice. Due principali metodi di propagazione sono utilizzati:

- **Campo magnetico**, dove la comunicazione è generata attraverso l'induzione magnetica. In genere, questo principio fisico è utilizzato con frequenze basse, come 125 kHz e 13,56 MHz;
- **Campo elettrico**, che impiega un classico sistema radio per realizzare la propagazione di energia del ricetrasmittitore verso il transponder. Le dimensioni delle antenne sono direttamente dipendenti dalla banda di frequenza utilizzata che parte da 400 MHz».

Vi sono, insomma, due tipi distinti di funzionamento.

- **LF e HF (fino a 13,56 MHz)**: il tipo di accoppiamento fra lettore e transponder è di tipo elettromagnetico con forte prevalenza della componente magnetica, ossia della trasmissione per via induttiva. Quando il transponder entra nel campo di azione del lettore, assorbe energia elettromagnetica dal lettore stesso, la quale viene convertita in energia elettrica che va a caricare un condensatore la cui energia viene poi utilizzata per trasmettere allo stesso lettore il proprio codice di identificazione.

- **UHF e microonde**: l'accoppiamento è di tipo elettromagnetico con forte prevalenza della componente elettrica, ossia della trasmissione RF. Il lettore emette un segnale che viene ricevuto dal transponder che viene così attivato a trasmettere l'informazione in esso contenuta.

Si tratta di un fenomeno di riflessione (back scattering), simile a quello che governa il radar.

Potenza

La potenza della trasmissione si esprime in W. Nel caso della trasmissione induttiva, si preferisce spesso esprimerla non come potenza ma come intensità di corrente per metro, ossia A/m in quanto ci dà una immediata idea della intensità del campo magnetico in gioco. Nel caso della trasmissione induttiva, LF ed HF, si parla anche di funzionamento in "campo vicino", nel caso di trasmissione RF, UHF, si parla anche di funzionamento in "campo lontano". Per quanto riguarda la potenza, il sistema di misura americano è diverso da quello europeo.

Il sistema americano infatti misura l'EIRP, ossia l'Equivalent Isotropic Radiated Power, mentre il sistema europeo misura l'ERP, ossia l'Effective Radiated Power. Il rapporto fra i due sistemi di misura è $1W ERP = 1,62 W EIRP$, per cui i 2 W autorizzati dalla normativa europea, di cui parleremo più avanti, corrispondono a 3,24 W americani. In Europa, sono il CEPT (Comitato Europeo Poste e Telecomunicazioni), e i suoi organismi associati, l'ETSI (European Telecommunications Standard Institute) e l'ERC (European Radiocommunications Committee), gli enti incaricati di proporre le norme comunitarie di riferimento che i Paesi europei saranno poi liberi di applicare o no, a seconda del caso.

UHF LaundryChip 401 di Datamars Textile ID.



Secondo questi enti, la RFID viene considerata all'interno dei dispositivi "Short Range Device". Esistono già un certo numero di testi (vedi tabelle CEPT ed ET- SI), in particolare il documento CEPT/ERC 70-03. Nel settembre 2004, l'ETSI ha pubblicato la norma EN 302- 208 che concerne specificamente l'UHF, e che autorizza una potenza di 2 Watt ERP nella banda di frequenza 865,6 - 867,6 MHz. La quasi totalità dei Paesi europei ha recepito questa raccomandazione quasi subito, liberalizzando le frequenze UHF per dispositivi con potenza non superiore a 2W; l'Italia ha recepito la norma con un decreto legge pubblicato nell'estate 2007.

Supporto e memoria dei tag

Oltre che in termini di frequenza e potenza, i tag si possono suddividere ancora per tipo di memoria

Inlay RFID/NFC di LAB ID.

e di supporto. La memoria può variare, a seconda dei modelli, da qualche decina a qualche migliaio di byte. Inoltre, i tag possono essere di tipo **sola lettura (il codice contenuto è univoco e viene personalizzato durante la produzione) o lettura e scrittura (oltre a contenere un codice univoco ha dei campi il cui contenuto può essere modificato dal lettore)**. La forma e le dimensioni dei transponder sono le più svariate: dalla classica "a bottone" con diversi diametri, a quella cilindrica ridottissima (sistema di blocco d'avviamento delle vetture, riconoscimento animali), a quelle a forma di carta



Smart labels Inotag di Inotec, disponibili con diversi tipi di materiali, adesivi, formati e inlay.



Le famose etichette RFID con cui Decathlon identifica, traccia e protegge, ormai da diversi anni, tutti i suoi articoli in vendita.



di credito (con o senza banda magnetica). Rientra nei fattori di forma l'altra importantissima differenza fra tag riutilizzabili e a perdere, che è fondamentale nel conto economico. Oltre ai transponder di tipo passivo, esistono anche transponder di tipo attivo, ossia con batteria incorporata, quali i nuovi telepass, che permettono una ritrasmissione a distanze maggiori in quanto amplificano il segnale uscita dal transponder aumentandone così la potenza. Sempre più transponder sono dotati di caratteristiche anticollisione ossia ammettono il "bulk reading", la lettura in gruppo, ossia sono identificabili dal lettore anche quando passano in gruppo nell'area del lettore.

Per riassumere, si possono fare diverse suddivisioni fra tipi di tag: tra l'altro, ognuno di questi individua un particolare segmento o nicchia di mercato, per i quali si rivela adatto:

- chipless oppure con chip (i transponder senza chip sono quelli in cui la sola informazione da rilevare è il passaggio o meno di un oggetto: sono quelli tipici delle applicazioni di antitaccheggio);

- passivi, semipassivi, attivi;
- solo lettura o lettura/scrittura (read only o read/write)
- riutilizzabili o a perdere.

Tag attivi

Nel vasto mondo della RFID, i tag attivi sono quelli alimentati a batteria, e questo li distingue sostanzialmente dai tag passivi. Questa fonte di energia serve per la trasmissione dei dati, e non deve provenire dai lettori, come nel caso dei tag passivi: ciò significa che la potenza necessaria per le trasmissioni lettore/tag è molto più bassa di quella necessaria per la lettura passiva, anche a parità di frequenza di trasmissione. È questo per esempio il caso dell'UHF dove un tag attivo trasmette con una potenza nell'ordine dei mW, e un tag passivo almeno a 2 W.

Il tag attivo non è una novità, anzi, si può dire che l'RFID stessa sia nata con i tag attivi; in tempi pionieristici per questa tecnologia, per esempio negli anni Ottanta o Novanta, i tag attivi avevano la prerogativa di consentire uno scambio di dati veloce e a distanze importanti, proprio grazie all'energia della batteria.

Con la standardizzazione delle tecnologie RFID sulle frequenze HF (ISO 15693), sono cresciuti maggiormente i segmenti della RFID passiva, portando di conseguenza a una contrazione del mercato dei tag attivi.

Oggi, invece, stiamo assistendo a un deciso ritorno di interesse

Tag attivo multifunzione proposto da Linde Material Handling per applicazioni di sicurezza.



per questo tipo di strumenti: i tag attivi sono sempre più apprezzati e rivalutati, ma per applicazioni molto più specifiche che vanno ampiamente al di là della sola identificazione.

La prima e quasi ovvia applicazione è quella del telepass, utilizzato quotidianamente da migliaia di automobilisti: in questo caso sono evidenti i benefici del tag attivo in termini di velocità di lettura (secondi) e di durata del tag (anni). Vi sono però numerose altre applicazioni che stanno richiedendo in misura crescente l'utilizzo della RFID attiva. Innanzitutto, quelle in cui sono necessarie informazioni relative alla localizzazione, oltre che all'identificazione.

Inoltre, quelle che hanno la necessità di letture a lunga distanza, o di trasmissioni su frequenze molto alte (GHz), tipiche per esempio del mondo dei container o dei vagoni ferroviari. Oppure, grazie alla batteria, il tag attivo può ospitare altri dispositivi che saranno da quella alimentati, tipicamente i sensori (di umidità, di temperatura, di caduta, di movimento). Vi sono tag con sensori anche nel mondo della RFID passiva: ma si tratta di prodotti che utilizzano la batteria solo per far funzionare i sensori, e non per la trasmissione RFID che rimane alimentata dal lettore, e cioè passiva. Sono prodotti diversi, in termini di funzionalità e certamente anche di costi.

Insomma la RFID attiva, nata ieri per la semplice identificazione, rinasce oggi invece per delle versioni speciali di identificazione: a lunga distanza, o con localizzazione, o con analisi di parametri diversi (sensori). Sono segmenti verticali di mercato, nei quali la RFID attiva brilla, come nessun'altra tecnologia potrebbe, per le opportunità uniche che essa può offrire.

Oggi si distinguono principalmente quattro grandi famiglie di tag attivi.

- I tag RFID attivi a tecnologia proprietaria, che lavorano soprattutto nelle frequenze UHF (da 433 a 860 MHz), utilizzando componenti elettronici convenzionali.

- Le soluzioni che rispondono allo standard ISO 18000-7, acquisito dalla tecnologia americana Savi, utilizzata principalmente per applicazioni di tracciamento dei container nelle applicazioni militari (DoD, OTAN e così via). La Norma ISO 18000-7 è in via di evoluzione per integrare altre tecnologie in più oltre alla tecnologia Savi, completa dei progetti di standardizzazione ISO 18000 EPC dei tag di tipo 3 e 4.

- I tag RFID attivi basati sulla tecnologia Wi-Fi (IEEE 802.11 RTLS e prossime evoluzioni IEEE 802.15.4). Questi tag utilizzano l'infrastruttura di rete Wi-Fi (access point a 2,45 GHz) come rete di lettori. Il vantaggio di questa soluzione, è facilmente comprensibile, è di poter utilizzare la propria rete Wi-Fi esistente come lettori di tag, utilizzando proprio il protocollo Wi-Fi: anche se questo, di base, non era stato concepito per fare della RFID.

- I tag RFID attivi che utilizzano le nuove generazioni di componenti elettronici, principalmente operanti a 2,45 GHz, che offrono interessanti prestazioni.

Le smart label

Grazie all'integrazione tra sistemi di stampa a trasferimento termico e componenti RFID, sono presenti sul mercato etichette esteriormente identiche a quelle finora impiegate per i codici a barre, ma dotate all'interno di transponder. Chiamate smart label, esse integrano le due tecnologie dando la possibilità di identificare gli oggetti o le persone sia visivamente con scritte in chiaro e/o codici a barre, che tramite RFID. Contrariamente a quelle con codici a barre, queste etichette non vengono solo lette, ma possono anche essere scritte. La lettura/scrittura delle smart label, per la parte RFID, può essere eseguita dai terminali RFID, fissi o portatili, mentre la scrittura avviene



Smart Label Ceracarta.



Braccialetti RFID per l'identificazione delle persone, da Bancolini Symbol.

tramite apposite stampanti.

Le stampanti di smart label combinano le due tecnologie: stampa a trasferimento termico per scritte, codici a barre, immagini sotto forma di segni visibili a occhio nudo; e scrittura di informazioni relative allo stesso oggetto in tecnologia RFID. Il vantaggio delle smart label è di consentire la lettura di numerosi oggetti, rapidamente e anche contemporaneamente in modalità anticollisione, che si muovano ad elevata velocità. Esempi di applicazioni sono l'etichettatura dei bagagli, l'identificazione di plichi postali e così via.

Le smart label sono costituite da normali etichette con un transponder inserito tra la parte gommata e il supporto. La parte gommata a contatto col transponder è di norma rinforzata per proteggere il componente elettronico (chip) durante il movimento attraverso i meccanismi di trascinamento e di stampa della stampante. Nei casi in cui sia necessario leggere in sequenza sia un codice a barre che un transponder, conviene disporre di lettori o terminali per entrambe le tecnologie. Grazie alla possibilità di realizzare circuiti elettronici complessi con dimensioni estremamente ridotte, si sta diffondendo sempre più sul mercato questo tipo di attrezzatura.

Si può essere portati a pensare che le etichette RFID debbano essere semplicemente bianche (o trasparenti) pur con dimensioni variabili. In realtà è possibile avvalersi della tecnologia RFID per veicolare efficacemente la comunicazione, facendo delle smart label uno strumento completo, altamente personalizzabile. Le etichette si possono personalizzare in tutte le loro variabili tradizionali o tecnologicamente innovative, utilizzando non solo diversi formati e i materiali più funzionali e/o esteticamente di maggior effetto, ma anche stampe elaborate e di qualità. E non solo.

Possono anche rispondere in maniera puntuale alle esigenze più specifiche: anti-tampering, resistenti alle alte (o alle basse) temperature, on metal, biglietti da visita, ecc.

Gli ambiti di applicazione di successo sono moltissimi e si possono soddisfare a cascata con la stessa etichetta: parliamo di tracciabilità della produzione piuttosto che di logistica, di anticontraffazione e controllo dei mercati paralleli e marketing, o ancora di asset tracking e di sicurezza.

Smart card, smart ticket, NFC

La smart card è costituita da un supporto di plastica nel quale è incastonato un microchip connesso ad un'interfaccia di collegamento che può essere una contattiera o un'antenna.

Il microchip fornisce funzionalità di calcolo e memorizzazione dati; la contattiera o l'antenna consentono al microchip di dialogare con uno speciale terminale di lettura collegato solitamente ad un computer mediante porta seriale, parallela, USB, ecc.

Lo standard internazionale ISO 7816, denominato "Identification Cards - Integrated circuit(s) cards with contact", definisce le caratteristiche fisiche, elettriche e operative delle smart card a microprocessore e a sola memoria con contatti elettrici (contact).

Lo standard ISO 14443 è invece quello utilizzato per le smart card contactless. Chiaramente la smart card è un importantissimo veicolo di identificazione, tipicamente utilizzato per identificare le persone (anche se ci sono tag industriali realizzati in formato ISO card), ma viene a coincidere con il mondo RFID solo nella sua versione contactless, proprio per l'aspetto di air interface che condivide con il resto del mondo RFID. Le smart card infatti, in base all'interfaccia, si distinguono in contact (interfaccia a contatto), contactless (senza contatto) oppure con entrambe le interfacce (Dual Interface).

Le smart card sono utilizzate in alcune applicazioni principali:

- **nella telefonia mobile**, dove lo standard GSM ha introdotto il concetto di SIM (Subscriber Identity Module) che rappresenta un dispositivo portatile di identificazione dell'utente;

- **nel mondo bancario**, dove sono utilizzate come carte di credito, di debito e borsellino elettronico. In Europa tutto il sistema di carte bancarie con banda magnetica è stato sostituito con smart card contact, sia per le carte di credito che di debito, con progressiva migrazione verso le carte di pagamento dual (contact + contactless), pensate per effettuare in velocità pagamenti di piccoli importi;

- **pubblica amministrazione**: passaporti (versione contactless dei tradizionali passaporti, ottenuta inserendo un inlay RFID nella copertina: è questo il passaporto elettronico), carte di identità elettroniche, Carte dei servizi, carte sanitarie elettroniche (health cards), carte pensione (social security cards), schede elettorali elettroniche, carte di firma digitale a valore legale, ecc.

- **Pay TV**: le smart card vengono fornite ai consumatori per permettere la visione in chiaro di programmi o canali a pagamento diffusi via satellite o digitale terrestre, tipicamente dopo aver sottoscritto un abbonamento. La capacità di calcolo e la sicurezza della smart card assicurano all'operatore TV che una volta terminata la sottoscrizione l'accesso al contenuto protetto non sia più possibile;

- ma sono i **trasporti pubblici**, in realtà, il regno nel quale smart card e smart ticket hanno avuto la loro maggior diffusione nel mondo, anche in Italia dove ormai si può dire che abbiano conquistato ogni città e regione. Le smart card contactless ospitano tipicamente i titoli di viaggio plurigiornalieri o integrati, ovvero biglietti prepagati multicorsa, abbonamenti e documenti validi per più mezzi di trasporto diversi. Per le corse semplici, per via del costo, non si utilizzano smart card bensì sono disponibili vari tipi di smart ticket cartacei, con banda magnetica (quindi ancora con una tecnologia contact) oppure con tecnologia contactless ma realizzata in modo che siano economicamente sostenibili.

Per lo più in applicazioni legate alla persona, ma non solo, sempre più spesso alla RFID viene abbinata una sua particolare variante, denominata NFC, Near Field Communication. Si tratta di una tecnologia che fornisce connettività wireless (RF) bidirezionale a corto raggio, vale a dire pochi centimetri, sviluppata congiuntamente da Philips e Sony. Opera alla frequenza di 13,56 MHz e può raggiungere una velocità di trasmissione massima di 424 kbit/s. A differenza dei classici dispositivi RFID, che suddividono nettamente fra tag e lettore, nel mondo NFC la comunicazione è bidirezionale. Quando due apparecchi NFC (l'Initiator e il Target) vengono accostati entro un raggio di 4 cm, viene creata una rete peer-to-peer tra i due ed entrambi possono inviare e ricevere informazioni. Le applicazioni tipiche pensate per questa tecnologia fanno capo a un oggetto che ciascuno di noi, ormai, possiede e tiene sempre con sé, lo smartphone, e possono essere sostanzialmente di accesso o di pagamento. Nel primo caso lo smartphone NFC simulerà una smart card per l'accesso al trasporto pubblico o ad altra rete fisica o logica, nel secondo caso invece si simuleranno le funzioni della carta di credito. Con in più tutte le potenzialità offerte dal fatto che il "tag" è in realtà un computer sul quale si possono abilitare "n" applicazioni successive alla lettura RFID operata mediante il dispositivo stesso.

Si parla ad esempio della possibilità di acquisire informazioni ulteriori relative ad un oggetto acquistato, qualora il capo ad esempio sia dotato di un tag RFID per le normali applicazioni di tracciabilità di filiera e di un tag NFC per la comunicazione con il consumatore. Oppure, in un contesto di trasporto pubblico con uno stesso smartphone NFC si può acquistare e obliterare a bordo del mezzo il biglietto, il cui costo può essere poi addebitato sul conto dell'abbonato.

STAMPA E CODIFICA DELLE ETICHETTE

Per stampare un codice a barre sono disponibili due procedimenti, a seconda delle esigenze applicative: la stampa di dati fissi ossia invariabili e la stampa di dati variabili in linea, ossia su richiesta (demand printing)

Il codice a barre da stampare si divide in due grandi tipologie: un codice fisso, che quindi vuole solo dotare l'oggetto di un identificativo costante, oppure un codice variabile, che cambia a seconda dei vari parametri relativi al prodotto.

Nel primo caso la realizzazione del simbolo è affidata ad un'organizzazione esterna, stamperia o tipografia specializzata, in grado di assicurare il rispetto delle norme sulle caratteristiche di stampa, associate ai diversi codici. In generale l'etichetta richiesta alla tipografia non contiene solo il barcode ma è un'etichetta completa, con scritte, logo, grafici o disegni, in bianco e nero o a colori, insieme ai quali provvede a stampare anche il codice identificativo dell'item. Si ricorre a questa soluzione soprattutto nel caso di necessità di stampa di etichette in grandi tirature, dovendo prevedere anche la necessaria pianificazione produttiva.

Le tecniche di stampa maggiormente usate per queste applicazioni sono le seguenti: rotocalco (per stampe economiche di media qualità); flessografia (economica, ma di buona qualità); offset (ottima qualità); serigrafia (per supporti speciali, quali metallo, vetro, stoffa, ecc.).

È completamente diverso il caso della stampa di codici variabili, che prevede la generazione del codice da parte dello stesso utente. Serve in tal caso una stampante, che sarà dotata tipicamente di tecnologia di stampa termica oppure a trasferimento termico.

La stampa termica (la stessa impiegata nei fax e in molti registratori di cassa) avviene con l'uso di "carta termica", un'apposita carta realizzata tramite una miscela di cellulosa e di inchiostro secco. All'atto della stampa, l'inchiostro viene portato a liquefazione sotto l'azione della testina che opera

ad alta temperatura (80 °C circa). La stampa a trasferimento termico avviene su carta comune, ma l'inchiostro (secco, come nel caso precedente) viene fornito dal nastro di stampa o TTR (Thermal Transfer Ribbon), messo a stretto contatto con la carta in corrispondenza della testina. Entrambi questi processi di stampa, termica e a trasferimento termico, avvengono con apposite stampanti - le stampanti termiche, appunto - il cui componente essenziale è dato dalla testina di stampa che, al momento dell'impressione del codice, viene portata ad una temperatura elevata.



La nuova serie di stampanti industriali ML240P di TSC.



Uno sguardo ravvicinato alla stampante industriale Toshiba B-EX6.

La tecnologia di stampa termica e a trasferimento termico, nel corso degli ultimi anni, si è confermata come la più adatta alla stampa di etichette e supporti in genere per il codice a barre. Il successo di questo tipo di tecnologia è dovuto principalmente alla sua flessibilità, quindi alla possibilità di trovare una soluzione

ideale a qualsiasi ambiente produttivo, mantenendo sempre controllato il livello dei costi.

Altra tecnologia matura è quella del codice a barre, con standard consolidati a livello internazionale, costi contenuti e ampia diffusione delle conoscenze.

Infine la RFID nel campo della stampa termica ha una declinazione ben precisa, quella delle smart label, cioè quelle etichette autoadesive realizzate in più strati, che contengono al proprio interno l'antenna e il chip. Dal punto di vista della creazione del supporto di stampa, il mercato delle smart label è esterno a quello dei fornitori di stampanti, in quanto la creazione del supporto presuppone la stampa dell'antenna, la posizione del chip e la creazione del layer, che sono di competenza di altri fornitori; normalmente i produttori di

stampanti che offrono anche i supporti di stampa si limitano all'assemblaggio finale. Al contrario, il mercato della codifica delle smart label coincide con quello della stampa del codice a barre, dal momento che la maggior parte dei produttori di stampanti ha messo a punto nuovi modelli, che consentono contemporaneamente di stampare il codice a barre sulla carta termica e di codificare il tag RFID.

Il mondo della stampa del codice a barre ha visto peraltro nuove evoluzioni tecnologiche. Le stampanti, infatti, non sono più considerate delle periferiche "cieche", bensì sempre più elevate al rango di nodi del sistema, con l'assimilazione di tecnologie tipiche del mondo dell'elaborazione informatica. Innanzitutto, quindi, la connettività: ma, mentre negli scorsi anni si sono moltiplicate le opzioni di connettività a rete cablata, oggi, con la diffusione crescente delle WLAN, sono sempre più numerosi i modelli di stampanti che prevedono la possibilità di connessione a rete wireless, mediante apposite schede hardware. Fattore determinante anche per lo sviluppo di modelli portatili, che si aggiunge all'effetto trainante del mobile computing e delle nuove applicazioni di mobilità.

Software di stampa e reti

Il disegno e la stampa delle etichette mediante stampanti termiche o a trasferimento termico vengono oggi più convenientemente e semplicemente effettuati utilizzando appositi software di creazione di etichette e stampa che rendono l'operazione di progettare, disegnare e stampare etichette con scritte, codici a barre, loghi e grafiche, un'operazione veramente alla portata di tutti. Questi software possono ricevere i dati variabili, comprese le parti grafiche variabili da stampare da quasi qualsiasi database o comunque in formato testo txt. È inoltre possibile stampare mediante questi software anche su stampanti laser, a impatto o a getto d'inchiostro. L'evoluzione ulteriore di questi software è costituita da print-server installati su una rete, che sono in grado di catturare i dati provenienti da qualsiasi host, anche di tipo legacy, per poi indirizzare la stampa su qualsiasi stampante di rete, rendendo di fatto la stampa totalmente indipendente dall'host in quanto questo si limita ad inviare i dati al print-server, il quale li unisce all'etichetta creata precedentemente con l'apposito software e li invia alla stampante scelta dall'host. Le moderne stampanti a trasferimento termico possono inoltre essere collegate direttamente alla rete Ethernet cablata o RF Wi-Fi (vedi capitoli successivi) e avere pertanto un loro indirizzo IP consentendo in questo modo molte nuove possibilità. Si possono effettuare delle telediagnosi via browser o e-mail automatiche sia nella propria azienda che in qualsiasi

azienda cui si ha accesso in qualsiasi parte del mondo. Per una multinazionale è così possibile per esempio controllare con quale release di etichetta sta stampando una propria consociata oltre oceano, o viceversa aggiornare in un sol colpo via e-mail, il software di stampa di tutte le stampanti che hanno bisogno di una nuova release di una certa etichetta.

Etichette a lunga durata e marcatura permanente



Inocode, etichetta permanente ad alta durata per l'identificazione delle locazioni di magazzino, di Inotec.

Laddove le etichette standard non resisterebbero all'usura, vi sono delle soluzioni durevoli, che permettono di rispondere alle necessità di tracciabilità in ambienti particolarmente ostili, come magazzini, centri distribuzione, siti produttivi. E questo poiché sono costruite per resistere agli agenti più aggressivi, come gli agenti atmosferici, i raggi UV, gli sfregamenti, i lavaggi ad alta pressione, gli sbalzi di temperatura anche estremi, i prodotti chimici e così via. Si tratta infatti di etichette inalterabili, a prova di strappo e realizzate con tecniche di marcatura durevoli.

Queste soluzioni sono realizzate su materiali tecnici molto resistenti, con tecnologie di stampa specifiche, quale per esempio la stampa digitale sul retro e quindi totalmente protetta sui supporti adesivi plastici (poliestere, policarbonato) o fotocomposizione, su alluminio anodizzato che offre una marcatura nella struttura stessa del metallo.

I materiali metallici possono servire da supporto ai codici a barre, per delle applicazioni ad alte temperature come l'alluminio che può arrivare fino a 350 °C di norma e fino a 700 °C con un trattamento complementare. Inoltre, le soluzioni in ceramica (strato ceramico sull'acciaio oppure ceramica pura) possono resistere a temperature fino a 1500 °C e anche

ad aggressioni chimiche severe tipiche di ambienti industriali. La stessa resistenza è offerta alle temperature sotto zero, fino ai -193 °C per le applicazioni criogeniche con azoto liquido. Per quanto riguarda la marcatura durevole "a pavimento", sono due le tecniche che si possono utilizzare: sigillare direttamente sul pavimento una superficie di alluminio, che si può applicare con un leggero strato di intercapedine costituito dalla saldatura in resina epossidica, oppure utilizzare una base di alluminio avvitata al pavimento, sulla quale viene applicata poi un'etichetta barcode adesiva. Sono le due tecniche più utilizzate per identificare le locazioni di stoccaggio nelle applicazioni massive, all'interno dei magazzini in generale o più in particolare nelle aree di prelievo o di carico delle merci.

Etichettatrici e print apply

Le print apply sono macchine per stampare e applicare le etichette, utilizzate nell'industria tipicamente per tutte le applicazioni del "fine line". La loro diffusione è dovuta a vari fattori, quali l'automazione dei siti industriali e delle piattaforme distributive, la differenziazione dei prodotti, le nuove leggi sulla tracciabilità, la diffusione del codice a barre e della stampa a trasferimento termico.

Un sistema print apply, ovvero "stampa e applica", è fondamentalmente un dispositivo composto da due componenti tecnologici: una macchina che stampa le etichette autoadesive



Unità ALcode LT della Altech, una soluzione print/apply compatta ed economica.

in bobina, ed un'altra che le applica automaticamente su un qualsiasi oggetto, fermo o in movimento: un prodotto, un imballo o un pallet. Il sistema in pratica integra un gruppo di stampa, non diverso da quelli utilizzati nelle stampanti desktop, e un meccanismo di applicazione robotizzato, automatico, il cui compito è quello di applicare l'etichetta sull'oggetto destinato a riceverla. Data questa definizione le macchine print apply sono estremamente variegata a seconda dell'applicazione specifica, ma in ogni caso, si possono individuare delle grandi categorie:

- prodotti assemblati o prodotti integrati.

Poiché la print apply è niente più che un dispositivo di applicazione di un'etichetta, può essere ricavata facilmente aggiungendo ad una stampante di etichette desktop un qualsiasi strumento per l'applicazione; la stampante sarà fornita da un produttore di stampanti, mentre il dispositivo di applicazione è aggiunto e assemblato da un fornitore specifico, e qui risiede il suo valore aggiunto. Oppure, si potrà avere un prodotto che nasce come print apply e integra non una stampante finita, ma il suo solo "contenuto": il motore di stampa.

In questo caso il costruttore di print apply realizza un corpo integrato e compatto, nel quale il motore di stampa è racchiuso in un apposito alloggiamento, e potrà essere realizzato, a seconda delle scelte, da un fornitore specializzato o dallo stesso costruttore della macchina.

- **ad aria (cilindro pneumatico o braccio meccanico di vario tipo) o a contatto (cioè a rullo)**, suddivisione che può coincidere con quella fra sistemi on line e off line.

La prima usa per l'applicazione un cilindro pneumatico che "acchiappa" l'etichetta appena stampata, risucchiandola con un'aspirazione d'aria, per poi "invertire" il senso dell'aria e soffiare l'etichetta sull'oggetto. Le caratteristiche principali di questo tipo di applicazione, che è utilizzata nella stragrande maggioranza dei casi, sono in generale che non vi è coda di stampa, quindi l'applicatore non può che applicare l'ultima etichetta stampata; indispensabile per una applicazione "in tempo reale", che non significa semplicemente ultima stampata/prima applicata, bensì la possibilità di acquisire un dato e di stampare subito un'etichetta in base a quel dato; inoltre è una scelta obbligata quando i prodotti si arrestano lungo la linea e non sono in movimento costante; infine, altra caratteristica saliente, non ha vincoli fisici, cioè può essere installata lungo la linea in qualsiasi posizione.



Soluzione all in one di serializzazione Antares Vision.

LETTURA, SCRITTURA E DECODIFICA DEI CODICI

Codici a barre e tag RFID, una volta stampati o codificati, sono pronti per essere letti ad ogni tappa del loro passaggio lungo la filiera, per poter comunicare le proprie informazioni; per fare ciò si possono utilizzare lettori fissi oppure portatili. Nel caso del barcode, la fase di lettura è abbinata a quella di interpretazione del codice, effettuata dal decoder. La RFID si differenzia dal barcode perché, oltre alla lettura, consente di scrivere nuove informazioni sul tag, aggiornando quindi il suo contenuto a seconda del flusso fisico dell'oggetto

Letture e scrittura del Tag RFID

Il lettore/scrittore è costituito da un circuito che emette energia elettromagnetica attraverso un'antenna, e da un'elettronica che riceve e decodifica le informazioni inviate dal transponder e le invia al sistema di raccolta dati. Il lettore/scrittore RFID non serve semplicemente a leggere o scrivere il tag: è spesso responsabile anche di operazioni successive, a seconda della complessità del software di cui è corredato. Il termine lettore viene spesso utilizzato in modo improprio, al pari del termine controller.

Il lettore, analogamente a quanto avviene con i codici a barre, è la parte di hardware e di software che si limita alle operazioni di lettura o di scrittura dei tag, senza effettuare alcuna operazione sui dati raccolti, ma semplicemente passandoli all'unità, o al layer di ordine più elevato.

Controller invece è la parte hardware e software che gestisce i dati raccolti, per esempio decidendo di mandare avanti una sola lettura, fra le tante effettuate durante il tempo di permanenza del tag nel range di lettura, dello stesso tag. Nel linguaggio corrente lettore e controller sono in pratica diventati sinonimi, anche perché compresi frequentemente nella stessa unità fisica. Può succedere però che il nostro lettore/controller debba inviare i dati ad un middleware di Oracle, IBM etc., nel qual caso può essere conveniente programmare il lettore/controller in modo tale da disabilitare completamente la parte controller in quanto questa viene presa in mano dal MW. Quando nel seguito di questo articolo parleremo di controller, intendiamo, come oramai di uso corrente, l'insieme lettore + controller. Comunque, il lettore RFID è l'elemento responsabile della lettura dei tag RFID e della comunicazione dei loro codici ai sistemi di alto livello (middleware o ERP).

La comunicazione fra il lettore e i tag viene fatta attraverso le antenne, che sono gli elementi che irradiano il segnale elet-

tromagnetico. Le antenne che il lettore può vedere sono degli oggetti standard, così come gli altoparlanti per un sistema di amplificazione audio. Come in questo caso, è ovvio che si possono collegare al medesimo amplificatore molti altoparlanti o casse acustiche, e alla fine, da queste dipendono le prestazioni. Questo succede in modo identico nel caso del sistema lettore + antenna. Sarà inutile collegare una buona antenna ad un lettore scadente, e viceversa. La potenza del lettore, in congiunzione con il tipo di antenna più opportuno, determina una prestazione fondamentale, che è quella della distanza di lettura, per cui si possono definire quattro modalità.

- **Prossimità:** letture a tipicamente 10 centimetri, con max 20- 25 centimetri.
- **Vicinanza:** letture su alcune decine di centimetri e max 1 metro.
- **Media distanza:** da 1 ad alcuni metri.



Tracciabilità completa con sistemi di lettura barcode ed RFID Sick.

- Lunga distanza: alcuni metri.

Come chiarito in precedenza, la RFID si basa su due principi fondamentali: accoppiamento elettromagnetico ad induzione, e accoppiamento elettromagnetico RF con riflessione (backscatter). Il primo si applica per frequenze da basse (LF: da 9 a 150 kHz; tipicamente usata: 125 kHz) ad alte (HF: tipicamente 13,56 MHz); il secondo per quelle ultra alte (UHF: da 300 a 1200 MHz).

Alcune case costruiscono solo controller per un tipo di frequenza, altre hanno una gamma che le comprende tutte. Infine, un'altra differenza importante è la presenza o meno di antenna interna. La soluzione con antenna interna è tipica di dispositivi ai tipi più piccoli, caratterizzati cioè da potenza più limitata e quindi distanze di lettura più contenute.

Nel caso di collegamento con antenne esterne le prestazioni diventano più variabili e i costruttori hanno dimostrato una notevole fantasia. Le antenne esterne normalmente necessarie per un tunnel di lettura, sono tipicamente quattro, quindi uscite per fino a quattro, ed a volte otto antenne, sono nella norma, arrivando in alcuni tipi di lettori fino a 24.

LETTURA E DECODIFICA DEL BARCODE

L'operazione di lettura consiste nel trasformare un'informazione da ottica a elettrica. Ogni lettore deve presentare una sorgente di luce (laser o diodo luminoso-Led), che provvede a illuminare il codice; un dispositivo di conversione elettro-ottica (fotodiodo, cioè un diodo che diventa attivo lasciando passare corrente solo se colpito da luce); e un sistema di focalizzazione (capace di far convergere il fascio luminoso entro un'area inferiore alla minima dimensione - modulo - del codice da ispezionare). La focalizzazione può essere effettuata secondo due principi: nel primo caso avviene sul codice da leggere (emitter resolver optics); nel secondo, sul sensore di conversione (detector resolver optics). Il dispositivo di lettura, oggi quasi sempre con decodificatore integrato, è in grado di interpretare tutti i codici più usati elencati nelle pagine precedenti.

Nel caso di codici bidimensionali è quasi sempre necessario utilizzare sistemi ottici e di decodifica appositamente realizzati, che sono in grado di leggere anche i codici unidimensionali. In generale nei sistemi manuali, l'avvio della lettura può essere manuale dietro pressione del "grilletto", oppure automatica tramite apposito sensore che avverte la presenza del codice.

La lettura dei codici a barre può avvenire con diversi sistemi, che si possono raggruppare da diversi punti di vista:

- lettura lineare (per codici 1D) oppure lettura imager (per codici 1D e 2D);
- lettura fissa oppure lettura brandeggiabile (manuale).

A loro volta i lettori manuali possono essere collegati via cavo



Lettori RFID UHF Siemens Simatic RF685R e RF680R.

oppure cordless. Le principali tipologie di lettori fissi sono quelle dei punti cassa retail (lettori a singola faccia oppure biotici, anche con bilancia integrata), lettori a presentazione da banco (tipici nelle applicazioni desktop della pubblica amministrazione o del commercio al dettaglio); lettori fissi per applicazioni industriali (con caratteristiche al vertice come prestazioni e robustezza). Nel caso di dispositivi portatili, si possono avere diversi tipi di dispositivi, che si dividono in lettori CCD, lettori laser, lettore a telecamera CCD.

IL LETTORE CCD

Totalmente elettronico, ovvero senza parti meccaniche in movimento, deve la sua affermazione allo sviluppo della tecnologia allo stato solido CCD (Charge Coupled Device) largamente impiegata nelle telecamere per uso televisivo. Una serie di Led (Light emission diode) illumina il codice che, riflesso sul fotosensore CCD, viene da esso "fotografato", ovvero trattenuto nella sua memoria ottica interna. La memoria viene quindi scandita, e liberata per la prossima operazione, a una frequenza tipica di 40 scan/sec. La lettura avviene per lo più a contatto diretto sul codice, oppure a brevi distanze, tramite

Soluzione ABH-ID di Cognex, basata sui lettori di codici a barre a gestione di immagini fissi della serie DataMan®, senza parti in movimento.



lenti di focalizzazione. Il costo contenuto, l'affidabilità (ricordiamo, non presenta parti in movimento) e la leggerezza ne hanno determinato una grande diffusione, soprattutto in applicazioni di carattere commerciale come dispositivo di input ai registratori di cassa. Di caratteristiche simili a quelli realizzati in tecnologia CCD sono i sensori di lettura in tecnologia CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor), caratterizzati da minori consumi, dimensioni e prezzi.

IL LETTORE LASER

Una sorgente laser (Light amplification stimulated emission radiation) emette tipicamente una luce monocromatica coerente (ad alta concentrazione). Il lettore o scanner laser include quindi la sorgente laser, uno specchietto vibrante o poligonale rotante che fa compiere al raggio un percorso di scansione lineare, e quindi il sistema di concentrazione e focalizzazione del raggio riflesso dal codice sul fotosensore. Grazie al suo alto grado di focalizzazione, lo scanner laser consente letture anche a considerevoli distanze e con sensibili profondità di campo. Viene impiegato sia in postazioni fisse (tipicamente nei "top scanner" o scanner da banco dei Pos, ma anche nei percorsi d'avanzamento dei flussi industriali), che in versioni manuali brandeggiabili realizzati in forma di pistola. In questo secondo caso, si presta particolarmente per acquisizione di dati da articoli non facilmente raggiungibili. La velocità, o meglio la frequenza, di scansione è solitamente di 40 scan/sec, anche se in alcune applicazioni industriali può raggiungere e superare le 1000 scan/sec. Le stesse scansioni possono seguire un'unica traccia lineare, che percorre il codice dall'inizio alla fine; oppure un percorso multitraccia a raster in configurazione stellare, che assicura la scansione del codice in qualunque posizione si venga a trovare (lettura omnidirezionale); oppure ancora a raster con linee di scansione parallele e scalanti, per codici bidimensionali a righe sovrapposte. Dispositivi particolarmente evoluti, impiegati in conveyor di smistamento, consentono inoltre la valutazione dimensionale dei colli esplorati. Il principale vantaggio del laser è la sua affidabilità e solidità; le applicazioni ideali, la scansione long range e quindi l'identificazione di colli in magazzini e centri distribuzione. Il principale punto debole è costituito da una limitata capacità di lettura di etichette danneggiate o con stampa di bassa qualità.

IL LETTORE A TELECAMERA CCD, IMAGER

Si tratta di un vero e proprio sistema di visione, che funziona sul principio delle macchine fotografiche digitali mediante sensori CCD. Può non solo catturare e decodificare codici a



La serie di smart camera HAWK MV-4000, lettore MicroHAWK ID-45 e lettore portatile HS-360X, di Omron, che ha acquisito Microscan nel 2017.

barre lineari, multi-linea e a matrice ma, dato che riconosce 256 livelli di grigio, anche immagini, come per esempio una firma su documento, piuttosto che le caratteristiche di un prodotto lungo la linea di produzione, di confezionamento e così via. Di conseguenza, questo tipo di sistemi possono servire contemporaneamente come lettura dei dati codificati e controllo dell'idoneità di un determinato prodotto. Dato che cattura le immagini dei barcode, non ha bisogno di essere orientato, contrariamente ai lettori tradizionali rendendo così la lettura molto più agevole pur conservando una profondità di campo paragonabile a quella dei lettori laser. La lettura per livelli di grigio fa sì che si possano leggere codici con poco contrasto, ad esempio codici a matrice incisi direttamente su metallo come previsto ad esempio dallo standard HIBCC per la marcatura di attrezzi per chirurgia. Un'altra caratteristica positiva è che non avendo parti in movimento è molto meno sensibile a urti e vibrazioni di un corrispondente scanner laser. Un tipico imager acquisisce 30 immagini/s con 480 linee di scansione ma col progredire dello sviluppo delle CPU queste velocità sono certamente destinate ad aumentare.



Lettura imager di codici bidimensionali con Sick Lector 620.

VOCE, MANI E OCCHI PER LA RACCOLTA DATI

Il voice picking è presente da tempo sul mercato ed è sempre più diffuso negli ambienti di logistica. A questa tecnologia consolidata si abbinano sempre più nuovi fattori di forma, ma anche soluzioni di finger scanner e di eye picking, basate su tecnologie sempre più avanzate di realtà virtuale e aumentata

Negli ambienti di logistica, soprattutto quelli legati alla grande distribuzione dove la velocità e le prestazioni sono aspetti prioritari, la tecnologia di riconoscimento dei dati basata sull'uso della voce è una scelta sempre più condivisa. Il principale settore di applicazione è quello del picking e preparazione degli ordini, dove la voce consente un notevole incremento di efficienza e precisione.

Ma non è il solo ambiente dove l'operatività a mani libere, ovvero senza il necessario impiego di lettori di codice a barre o terminali portatili, può rivelarsi utile; l'utilizzo della voce infatti è apprezzato anche in processi logistici specifici, per esempio dove si gestiscono prodotti a peso variabile, come anche in processi di produzione o di manutenzione. In generale nell'industria e nella logistica si può utilizzare la voce per operazioni di prelievo, di "ventilazione" dei colli (preparazione per articolo), di cross docking, di inventario o anche di stock replenishment.

Dal punto di vista tecnologico, questi dispositivi si basano su un'interfaccia uomo/macchina basata sulla sintesi vocale come mezzo di trasmissione delle informazioni, in modalità bidirezionale.

L'operatore può concentrarsi molto di più sul proprio compito. Può usare entrambe le mani e non togliersi i guanti, cosa per nulla secondaria in un ambiente freddo. E sbaglia molto di meno,

perché il sistema vocale lo guida passo passo. Infine, pur non essendo questa la voce di costo che ne beneficia maggiormente, anche la riduzione della documentazione cartacea si fa sentire come generale motivo di risparmio, ma questo è un aspetto in comune a tutte le soluzioni di raccolta automatica dei dati.

La base del riconoscimento vocale è il "fonema", ovvero il suono singolo che si ottiene dalla scomposizione delle parole. Ogni lingua ha il proprio set di fonemi, e la tecnologia di base del riconoscimento vocale è proprio quella del riconoscimento dei fonemi: ciò che cambia sono soltanto i requisiti di potenza e di memoria della macchina, diversi se si devono riconoscere poche parole o un intero vocabolario. A cambiare insomma è il tempo di processamento, a seconda della lista di parole che il sistema conosce e deve riconoscere. Il motore vocale classico, necessariamente basato su piattaforme informatiche più potenti, è quello che serve per applicazioni di riconoscimento del parlato, i cosiddetti "dittafoni". Il riconoscimento vocale di poche parole, tipico delle applicazioni voice picking, è nulla più che una semplificazione di questo stesso motore vocale. Inoltre, si parla di "motore" vocale, ma si tratta comunque di prodotti software. I sistemi vocali possono essere "speaker dependent" o "independent". La modalità speaker dependent si può scegliere per esempio nel caso in cui vi sia una maggioranza di operatori di lingua straniera, in quanto anche per pronunciare le parole che il sistema si aspetta, non utilizzano il set di fonemi previsto dal sistema stesso. In questo caso si deve effettuare una profilazione vocale di tutti gli utenti. Nella modalità speaker independent, al contrario, tale profilazione non è necessaria, in quanto il sistema è fatto in modo da poter acquisire i termini indipendentemente dalle peculiarità linguistiche degli operatori.

Infine, i sistemi vocali individuano due filoni ben distinti: dedicati o multimodali, ovvero terminali dedicati alla sola applicazione vocale o terminali standard con opzione voce. Diversi come prestazioni e come caratteristiche hardware, si devono scegliere in base alle effettive esigenze. L'effetto più evidente della scelta di terminali multimodali è che evita l'acquisto di prodotti



La linea completa dei prodotti TopSystems.

*Soluzione di realtà assistita
dynaEdge DE-100 con smart glass
AR100, di Dynabook (Toshiba).*



*Applicazione di voice e ring scanner con
software vo-CE di Itworks nel fashion.*



dedicati e permette così di ammortizzare più rapidamente il costo di acquisizione dei terminali e di ripartirlo su differenti applicazioni, sia vocali che non. Al contrario i terminali dedicati sono la scelta ottimale in termini di caratteristiche hardware, che riguardano aspetti solo apparentemente di dettaglio, come la qualità delle cuffie auricolari, del segnale audio e della robustezza nel complesso.

La configurazione classica del sistema voice è composta dal terminale connesso via RF al sistema informativo aziendale (tipicamente un Warehouse Management System, un sistema di gestione del magazzino); il terminale si può indossare con accessori o cinture, o anche tenere in tasca. Servono poi una cuffia, per sentire gli ordini, e un microfonino, per convalidarli o trasmettere altre informazioni. Naturalmente questi dispositivi sono di livello industriale, di elevata robustezza e con soluzioni per la soppressione del rumore di fondo.

In alternativa all'insieme di cuffia e microfono, da alcuni anni sono disponibili i "gilet vocali", che evitano all'operatore il fastidio di indossare la cuffia per tutto il giorno. Si tratta in

pratica di indumenti da indossare, che quindi garantiscono maggior libertà di movimento rispetto alle cuffie, anche perché evitano del tutto la necessità di connettori fra cuffie e terminali (anche se è sempre più comune la modalità cordless anche in caso di cuffie) e consentono di alloggiare anche il terminale, evitando dunque cinture e altri accessori. Sul gilet sono poi installati i microfoni e gli altoparlanti, settati in modo da evitare qualunque interferenza con il rumore ambientale.

*Soluzione pick-by-vision
di Picavi.*



Sull'uso degli occhi è poi basato tutto il mondo che si indica comunemente come "smart glasses", gli occhiali intelligenti che consentono di acquisire informazioni dal campo visivo dell'utente, per trasmetterle alla base, o viceversa, consentono al sistema centrale di condividere informazioni con l'utente, per migliorare la sua operatività. Si parla in questi casi infatti di "realtà virtuale" o di "realtà aumentata o arricchita" in quanto l'operatore vede di fronte a sé sia lo scenario e le informazioni del mondo reale, sia uno scenario virtuale condiviso dal sistema. La raccolta dati in questo senso è solo un sottoinsieme del comparto, poiché la visione in questo caso serve solo per acquisire il barcode di un item – in perfetto parallelo con i sistemi vocali – lasciando le mani libere per la movimentazione dei colli. Si parla in questo caso più propriamente di realtà assistita, tipicamente sulla base di sistemi di visione monoculare, che possono essere configurati come visione libera sull'intero campo visivo o visione limitata ad uno specifico campo visivo preconfigurato nel sistema.

Passando infine alle mani, il ring scanner, anch'esso presente da tempo nei cataloghi dei produttori di barcode, è sempre più frequentemente scelto come sistema complementare al voice o eye scanner, in quanto consente di incrementare la precisione della raccolta dati e si basa su un movimento se possibile ancora più naturale per la persona, ovvero l'uso delle mani. Sempre attivo, lo scanner viene semplicemente orientato verso l'oggetto da manipolare, di cui effettua la lettura in simultaneo. Ed è spesso lo stesso WMS a fungere da ponte fra sistemi diversi, in quanto capace di acquisire dati da tutti i formati – voce, immagine, barcode, tastiera... – per poi replicarli dove necessario in formati diversi.

MOBILE E WIRELESS COMPUTING

I mobile computer servono per effettuare operazioni di elaborazione dei dati raccolti (con inserimento dati, lettura barcode, lettura RFID e così via...). Per alimentare in tempo reale il sistema informativo centrale. In questi ultimi anni la tecnologia ha permesso di integrare numerose funzioni in apparecchiature leggere e compatte. E più recentemente, il crescente successo dei nuovi tablet e smartphone sta avendo un impatto notevole anche sui prodotti industriali, modificando l'equilibrio finora conosciuto fra mondo professionale e mondo consumer



Mobile computing in applicazioni postali ed express courier. Immagine Datalogic.

Per mobile computing si intende, in senso generale, quel complesso di funzioni e attività che possono essere condotte tramite terminali portatili. Gli stessi terminali, che presentano prestazioni sempre più avanzate, sono spesso dei veri computer basati su sistemi operativi standard. Il collegamento al sistema avviene secondo due modalità: batch o in tempo reale (wireless), quest'ultimo ormai preponderante grazie alla diffusione delle tecnologie di comunicazione, principalmente Wi-Fi all'interno degli edifici, GPRS all'esterno e Bluetooth per le brevi distanze. Questa caratteristica, abbinata a costi sempre più contenuti, ha favorito una notevole diffusione dei terminali portatili che ormai vengono utilizzati nelle più svariate applicazioni, dalle più consolidate a quelle più innovative e originali: dalla vendita biglietti a bordo treno alle utilities, dal servizio tecnico alla tentata vendita (insomma tutto l'in field in generale)..., senza trascurare il settore dei trasporti, delle spedizioni, della logistica in generale. I terminali portatili per la raccolta dei dati hanno generalmente alcune caratteristiche indispensabili. Fra queste, possiamo citare le seguenti.

La memoria RAM che contiene, oltre alle variabili di programma, anche i dati acquisiti che vengono memorizzati in file; i dati non vengono persi quando si spegne l'apparecchio anche per parecchio tempo grazie a una batteria tampone (o di backup). Di norma i terminali sono dotati di una batteria ausiliaria al litio che consente di conservare i dati per il breve periodo necessario alla sostituzione della batteria principale. La quantità di memoria RAM che può essere installata è di primaria importanza nella determinazione del numero massimo di dati memorizzabili. Il display contiene le informazioni acquisite e i messaggi di dialogo con l'operatore ed è direttamente legato all'applicazione: vi sono terminali con sole tre linee aventi ciascuna una decina di caratteri e display grafici delle dimensioni di uno schermo VGA. È molto importante dimensionare il terminale in funzione del display: a volte poche informazioni essenziali permettono una raccolta dati semplice e rapida mentre in altri casi è necessario visualizzare un numero di informazioni associate al dato acquisito, tale da richiedere un ampio schermo denso di dati. Oggi, i display sono ormai praticamente tutti a colori, anche perché i dispositivi sono sempre più curati dal punto di vista del design, oltre che delle caratteristiche di ergonomia (peso, dimensioni, facilità d'uso). Si vedono insomma prodotti sempre più potenti dal punto di vista informatico, ma allo stesso tempo con un occhio al design e alla gradevolezza dell'aspetto estetico, anche perché servono molto spesso per interfacciare i clienti finali.

Il terminale deve essere leggero, per poter essere tenuto in mano lavorando per tante ore di seguito, e deve essere facile, facilissimo da usare, altrimenti non verrà usato. L'attenzione all'ergonomia generale del prodotto rientra quindi nella volontà costante di offrire alle persone uno strumento utile di lavoro, e non una perdita di tempo. Un'altra caratteristica molto importante è la

retroilluminazione del display, che consente la visualizzazione delle informazioni anche in condizioni non ottimali di luce, cosa fondamentale in applicazioni di mobilità.

Ha la sua importanza anche la disponibilità di un orologio calendario, clock, per associare ai dati acquisiti la data e l'ora. Rispetto alle tradizionali configurazioni con tastiera (che può essere numerica o alfanumerica) crescono oggi le soluzioni con touch screen che sono più versatili dal punto di vista della soluzione, e anche più ergonomiche, potendo inserire i dati anche se le mani sono coperte dai guanti. Va da sé che lo schermo dovrà essere concepito nell'ottica della massima robustezza, in quanto può (ma non deve) costituire il punto più debole del prodotto e il più esposto a rotture.

Alcuni terminali sono dotati di porte seriali o comunque possono collegarsi ad altri dispositivi portatili, quali stampanti per l'emissione istantanea di etichette (vi sono anche soluzioni con stampante integrata nel terminale stesso, da valutare in base alle esigenze dell'applicazione).

Nel mondo AIDC i terminali portatili sono normalmente dotati di un lettore incorporato, di codici a barre lineari come bidimensionali e/o RFID; qualora ciò dovesse mancare, si possono utilizzare lettori collegati a una porta di I/O del terminale (generalmente RS 232-C).

Altre periferiche di cui i terminali sono o possono essere dotati sono:

- Interfaccia PCMCIA, che consente (batterie permettendo) di utilizzare periferiche aggiuntive (schede di memoria, comunicazione anche a radiofrequenza, ecc.), aumentando notevolmente le potenzialità applicative del prodotto;
- Lettori di badge magnetici/lettori di smart card, spesso usati in applicazioni POS.

Infine, altra caratteristica fondamentale è quella dell'utilizzo dell'energia. Se tutte le funzioni del terminale restassero sempre attive, dopo pochissimo tempo le batterie sarebbero scariche. È quindi indispensabile prevedere che il power manager disattivi alcune funzioni (display, comunicazione, elaborazione) quando il terminale non viene utilizzato per più di un certo periodo di tempo e riattivi le stesse funzioni alla semplice pressione di un tasto o all'inserzione nella base nel caso di terminali batch. In questo modo la durata delle batterie viene ottimizzata e si riescono facilmente a raggiungere le 8 ore consecutive di funzionamento, pari a un turno di lavoro. Le batterie impiegate possono essere ricaricabili o non ricaricabili: alcuni terminali le accettano entrambe.

Professionali o consumer?

I mobile computer per la raccolta dati sono nati come prodotti professionali, dotati quindi di caratteristiche molto specifiche,

principalmente la robustezza, e in secondo luogo i sistemi operativi, per lo più proprietari. Oggi, invece, il segmento dell'identificazione sta convergendo per tanti aspetti con il resto del mondo IT, e per quanto riguarda le caratteristiche dei mobile computer, vi sono due conseguenze importanti.

La prima è che si contempla (lo si è sempre fatto, ma oggi più che mai) la possibilità di costruire delle applicazioni di mobilità professionale su terminali non industriali, e quindi non robusti: telefoni cellulari, palmari, PDA, smartphone, tablet...

Ad attrarre verso queste alternative è innanzitutto il prezzo, che certamente risulta inferiore a quello di un dispositivo professionale, ma anche un trend irresistibile che ha visto soprattutto negli ultimissimi anni una diffusione potente di questi strumenti in mano a chiunque (si parla infatti di consumerizzazione, di "BYOD" e formule simili).

Tuttavia rimane necessaria, nelle applicazioni professionali, un'attenta valutazione del business case, in modo da commisurare il giusto strumento alla giusta applicazione.

Quello che va considerato infatti, in un'applicazione professionale, non è tanto il costo iniziale dell'investimento, ma il costo totale di possesso (TCO, Total Cost of Ownership), che tiene conto di altri fattori più distribuiti nel tempo. Eventuali discontinuità sul prodotto, tempi di interruzione del servizio dovuti a guasti, livelli di supporto hardware o software non adeguati ad una applicazione professionale, quasi sempre mission critical soprattutto se si svolge sul territorio o presso i clienti, devono essere valutati all'interno del calcolo economico relativo all'investimento.



Il tablet fully rugged di Getac A140 utilizzato presso Nestlé Wagner GmbH.



Palmare Nordic ID EXA51 per lettura RFID.

A quel punto la scelta avrà gli elementi giusti per essere compiuta. La seconda va però in direzione opposta e vede da parte dei produttori tipici dell'AIDC, un chiaro riconoscimento dei risultati conseguiti dalla parte consumer, in termini di ergonomia, di caratteristiche tecniche, di gradevolezza e design. Abbiamo visto così nascere non solo una serie di prodotti cosiddetti "ibridi", cioè con caratteristiche miste fra mondo industriale e mondo consumer. Ma soprattutto, sono apparsi negli ultimi mesi prodotti in tutto e per tutto industriali, come robustezza e continuità operativa, ma belli e innovativi come i colleghi consumer: quindi new tablet e smartphone robusti che come impatto visivo non hanno nulla da invidiare ai dispositivi più modaioli. Insomma la sovrapposizione con altre fasce del mercato IT non significa tanto un livellamento delle caratteristiche fisiche o di costo sulla media di telefonini o PDA convenzionali, piuttosto la capacità di acquisire il meglio da questi, in termini di modalità di comunicazione, di sistemi operativi, di accesso agli applicativi o di inserimento dati. I sistemi operativi nel mondo della mobilità professionale da qualche anno non sono più soltanto proprietari: Microsoft (con Windows CE, Windows CE.NET, Windows Mobile, e tutti questi nelle diverse versioni che Microsoft periodicamente lancia) ha dilagato anche nell'AIDC e, pur in diversa misura, anche i costruttori dell'AIDC hanno modificato il proprio approccio basandolo sull'utilizzo di sistemi operativi sostanzialmente standard.

Resta comunque la possibilità di scegliere altro da Microsoft: e può consistere sia nella scelta di Linux e di programmi open source, anche se questa soluzione è tutt'altro che scontata dal punto di vista dell'integrazione software, oppure nella conferma di soluzioni proprietarie, che rimangono apprezzate e preferite in contesti particolari.

Connessione al sistema centrale

Per quanto riguarda la comunicazione, la mobilità industriale, dopo aver praticamente "inventato" il Wi-Fi, ha attinto a piene

mani dalle nuove opportunità offerte dalle reti a largo raggio, come GSM/GPRS (Edge o UMTS) o i sistemi di localizzazione GPS, che aprono moltissime e interessanti possibilità di utilizzo. Ecco quindi un segno importante di convergenza con l'IT: l'attenzione al tempo reale, all'always on, alla connessione costante fra centro e periferia tramite strumenti che possono comunicare senza fratture in modo locale (Wi-Fi) o distribuito (GSM/GPRS), e che possono integrare la geolocalizzazione in chiave di servizio al cliente.

Anche in un ambiente locale, la connessione wireless è oggi di gran lunga la più perseguita per mettere in comunicazione i diversi nodi di una rete: le reti Wi-Fi sono una scelta ormai ovvia per coprire anche le esigenze di un ambiente locale (Wireless Local Area Network). Per comunicare in modalità wireless in ambienti più distribuiti, invece, si ricorre a reti di tipo WWAN, Wireless Wide

Area Network, basate sostanzialmente su comunicazioni satellitari. L'evoluzione in questo senso è continua ed è evidente la convergenza con i servizi di telefonia.

In informatica "wireless local area network" indica una "rete locale senza fili" che utilizza una connessione wireless. La tecnologia WLAN più diffusa è quella basata sullo standard IEEE 802.11 (noto anche come Wi-Fi).

Gli standard IEEE 802.11 b e g utilizzano la banda di frequenze 2,4 GHz e un Data Rate rispettivamente di 11 e 54 Mbps; l'802.11a trasmette con banda 5GHz e 54Mbps. Lo standard 802.11h è un'espansione compatibile del 802.11a con un Data Rate di 54Mbps e un numero maggiore di canali di comunicazione utilizzabili. IEEE 802.11h aggiunge alla procedura di trasmissione TPC "Transmit Power Control", il metodo DFS "Dynamic Frequency Selection". L'importante vantaggio di questo meccanismo è la possibilità di specificare canali alternativi utilizzabili per lo scambio dati, nel caso in cui l'Access Point (dispositivo che realizza la copertura WLAN) rilevi la presenza di un segnale wireless sulla stessa frequenza usata per il canale di trasmissione.

GSM/GPRS/EDGE/UMTS/BANDA LARGA

L'elemento che accomuna tutte le tecnologie radiomobili dal GSM alla prossima generazione a banda larga è il terminale radio mobile che si può considerare formato da due parti distinte:

- la terminazione radiomobile, in grado di svolgere le funzioni di connessione e comunicazione verso i servizi messi a disposizione dai vari provider di telefonia (telefono cellulare, modem GSM/GPRS, ROUTER GPRS/UMTS);
- un modulo personale utente meglio conosciuto come SIM (Subscriber Identity Module) card, contenente le informazioni e i servizi disponibili per un dato utente.

EDGE – EGPRS

È in grado di fornire prestazioni fino a tre volte superiori al traffico GPRS arrivando ad una capacità massima di 384 Kbps. Rispetto al GPRS vengono mantenute invariate tutte le caratteristiche relative alla modulazione di pacchetto. Si può, ogni modo, considerare ragionevole una velocità pari a 200 kbps in condizioni di impegno della rete normali.

Dal punto di vista dell'accesso alla rete si differenzia solamente a livello di antenna di ricezione e demodulazione del segnale ricevuto in quanto l'algoritmo utilizzato in fase di modulazione del segnale è diverso da quello adottato da GSM/GPRS. A causa di questa differenziazione ha inizialmente stentato a prendere piede in quanto i diversi operatori la spingevano in modo diseguale. Gli investimenti si sono poi arrestati per dare spazio alla nuova tecnologia 3G di nuova generazione.

UMTS

La tipologia di rete utilizzata dall'UMTS è a modulazione di pacchetto con codifica del tipo CDMA (Code Division Multiple Access). Tutti gli utenti possono quindi utilizzare contemporaneamente la stessa banda molto ampia con assegnazione ad ogni utente di una particolare sequenza di codice incorrelata con quella degli altri utenti. Dal punto di vista dell'architettura, l'UMTS rappresenta una grossa evoluzione rispetto alle reti basate sulla struttura GSM, in quanto viene utilizzata una codifica diversa che favorisce l'installazione delle antenne, dato che non vi sono problemi di interferenze tra portanti adiacenti e lavora su frequenze diverse rispetto a quelle assegnate al GSM. Tutta la parte di interconnessione tra i terminali mobili e il provider dei servizi è stata quindi rinnovata con grossi investimenti da parte dei provider stessi. È adatto a qualsiasi tipo di applicazione in quanto la velocità e il costo applicato permettono operazioni di telecontrollo e tele-maintenance. L'unica limitazione sta nella copertura che risulta essere ancora inferiore rispetto alla tecnologia GSM. In assenza di copertura UMTS il segnale viene trasferito automaticamente su GPRS senza la perdita di connessione questo per una copertura e un servizio sempre attivo che sfrutta il massimo delle prestazioni disponibili.

LTE

Long Term Evolution è l'evoluzione degli standard di telefonia mobile UMTS. LTE è parte integrante dello standard UMTS, ma con delle significative novità dal punto di vista delle capacità trasmissive: downlink fino a 100 Mbps, e uplink fino a 50 Mbps LTE sembra essere il precursore della tecnologia 4G che dovrebbe portare le capacità trasmissive oltre il Gbps che è ad oggi in fase di studio.

(Le informazioni di questo paragrafo sono state tratte dalla "Guida per la tecnologia Wireless", pubblicata da ANIE Automazione).

LA SCALA DELLA ROBUSTEZZA IP

È utile riportare la scala della robustezza secondo le classificazioni IP, il codice che riassume il livello di protezione di un'apparecchiatura elettrica contro il contatto accidentale o intenzionale col corpo umano o con oggetti, e la protezione contro il contatto con l'acqua.

La 1a cifra indica LA PROTEZIONE CONTRO L'ACCESSO DI CORPI SOLIDI E CONTATTO CON PARTI PERICOLOSE.

LIVELLO	DEFINIZIONE
IP0X	Nessuna protezione
IP1X	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 50mm
IP2X	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 12mm
IP3X	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 2.5mm
IP4X	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1mm
IP5X	Protetto contro la polvere
IP6X	Totalmente protetto contro la polvere

La 2a cifra indica LA PROTEZIONE CONTRO L'ACCESSO DI LIQUIDI.

LIVELLO	RESISTENZA
IPX0	Non protetto
IPX1	Protetto da caduta verticale di gocce d'acqua
IPX2	Protetto da caduta di gocce d'acqua con inclinazione massima 15°
IPX3	Protetto dalla pioggia
IPX4	Protetto da spruzzi
IPX5	Protetto da getti d'acqua
IPX6	Protetto da ondate
IPX7	Protetto da immersione temporanea
IPX8	Protetto da immersione continua

Un altro sistema di classificazione della robustezza dei dispositivi, in base a diversi tipi di parametri ambientali (temperatura, umidità, cadute su superfici rigide) è quello che va sotto il nome di MIL-STD-810G.

Anche se nato in ambito militare americano, è oggi ampiamente utilizzato anche nell'industria per indicare l'effettivo livello di robustezza dei dispositivi elettronici.

OLTRE I DATI: BLOCKCHAIN, IOT, AI, MACHINE LEARNING

La raccolta automatica dei dati è nata per soddisfare un obiettivo di business ben preciso: stabilita un'applicazione, si procede alla raccolta. Non che questo principio abbia perso di validità, anzi. Di nuovo c'è che i dati, oggi, si creano anche da soli, e in grande quantità, grazie alla diffusione dell'IT nelle forme pervasive dell'informatica consumer, delle reti internet e degli scenari applicativi aperti dall'Internet of Things, in un circolo virtuoso di generazione di informazioni e di opportunità



Viviamo in un mondo di dati. I dati strutturati, che supportano tutto il mondo descritto finora, si accompagnano al dilagare di dati diversamente strutturati, quelli che derivano dalla diffusione delle tecnologie IT fisse o mobili, PC o smartphone, e dall'utilizzo massiccio di Internet come collegamento fra cose e persone. Proprio sulla base di Internet come connessione ormai impre-

scindibile fra ogni punto fisico o virtuale di questo pianeta stanno prendendo piede soluzioni applicative peer to peer, come ad esempio l'elaborazione distribuita (un esempio è il World Community Grid di IBM, sul quale sono stati condotti importanti progetti di citizen science), o ancor più la blockchain.

Il percorso dei dati nasce insomma sempre da un certo tipo

di raccolta – consapevole o inconsapevole - ma può alimentare dei processi che vanno ben al di là di questa fase o del “semplice” utilizzo dei dati nel modo pensato inizialmente. È interessante dunque citare alcune di queste nuove opportunità di business, offerte ad esempio dall’analisi dei big data o dall’Internet of Things, un termine nato oltre un decennio fa con l’esplosione della RFID ma oggi connotato in modo ben più ricco e diversificato.

L’“Internet delle cose” definisce la rete delle apparecchiature e dei dispositivi connessi a Internet ed equipaggiati con un software che permetta loro di scambiare dati con altri oggetti connessi. Oltre ai classici computer e smartphone, la connessione può essere integrata ormai in qualsiasi tipo di oggetto: non appena a questo si assegna un indirizzo IP, acquisisce la capacità di trasferire dei dati attraverso un network. Recenti ricerche Gartner calcolano il numero di oggetti connessi in circa 5 miliardi ma diventeranno 25 entro il 2020, per un valore aggiunto di 1,9 trilioni di dollari; dati confermati dal Mobility Report di Ericsson, secondo cui gli oggetti connessi saranno 28 miliardi entro il 2021, più della metà dei quali beneficeranno di connessioni IoT.

In ogni caso, grazie a questa interconnessione si ottiene il vantaggio di fare cose che solo fino a qualche tempo fa risultavano impensabili: è possibile ad esempio controllare il condizionatore, accendere e spegnere le luci di casa, regolare la temperatura del termostato direttamente e semplicemente tramite lo smartphone. Oppure si può parlare, ad esempio, di un’automobile con un sensore che avvisa il guidatore della perdita di pressione di uno pneumatico, o di un elettrodomestico che richiede intervento tecnico o semplicemente accensione/spengimento. Il limite sta quindi solo nella creatività degli sviluppatori e nell’utilità delle informazioni, sempre più spesso disponibili in tempo reale.

Big Data, Data Science e Data Visualization

Con l’interconnessione globale realizzata da Internet, ci si trova immediatamente ad avere a disposizione moltissimi dati, derivanti dalle “tracce digitali” che ogni pagina navigata raccoglie. Oggi, le fonti più disparate possono produrre dati: ognuna di esse fornisce dati disomogenei e non comparabili direttamente, oltre che su campioni parziali e non rappresentativi. La cosa che più differenzia la situazione dal passato è che questi dati arrivano spesso senza la domanda. Ci sono, indipendentemente da qualsiasi richiesta.

Tutto questo fenomeno viene di solito indicato con il ter-



mine “big data”, ma il termine non indica solo la quantità. È quanto si intende con “le cinque V dei big data”: Volume, Velocità, Varietà, Valore e Veridicità, Validità. Come si vede il Volume è solo uno degli elementi caratterizzanti, unita ad altri elementi che rendono appunto la comparazione e la ricerca di significato un compito estremamente arduo. La sfida presenta quindi diversi elementi di novità: capacità di gestire enormi quantità di dati, metodi matematici all’avanguardia che compensino l’eterogeneità, la non completezza e gli errori, ma anche e soprattutto la capacità di trovare dentro questi dati informazioni preziose per comprendere la realtà e poter prendere le giuste decisioni.

Raccolto e custodito il dato, è ora il momento di indagare tutti i suoi significati ed esporre i risultati di queste analisi, spesso molto complesse, nel modo più semplice e più fruibile. Sono queste le fasi della Data Science e della Data Visualization, che procedono in modo molto sinergico l’una con l’altra. La seconda mette in evidenza un aspetto in più, ovvero quello della modalità grafica, statica oppure dinamica, pensata per una maggior comprensione del valore del dato, ma nella Data Visualization è comunque insito l’aspetto di ricerca e di analisi del dato, quindi Data Science.

Il vero valore del dato (quello che fa la differenza competitiva) emerge dalla rielaborazione dei dati raccolti per restituire nuove informazioni che prima non erano visibili. Informazioni che devono essere ricche di significato e scientificamente affidabili.

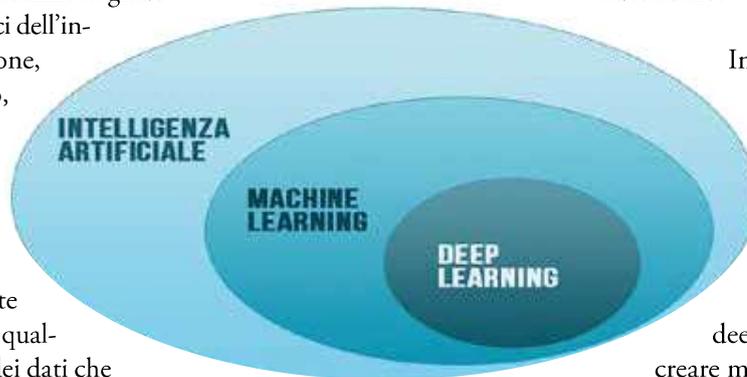
Intelligenza artificiale (IA), machine learning e deep learning

L'espressione "intelligenza artificiale" o Artificial Intelligence (AI), si riferisce a tutte quelle macchine in grado di eseguire compiti caratteristici dell'intelligenza umana: pianificazione, comprensione del linguaggio, riconoscimento di oggetti e suoni, apprendimento e risoluzione dei problemi.

Il machine learning o apprendimento automatico consente ai computer di imparare a fare qualcosa. È un metodo di analisi dei dati che costruisce modelli analitici in modo automatico.

Utilizzando algoritmi che imparano dai dati in modo iterativo, il machine learning permette ai computer di individuare anche informazioni sconosciute, senza che venga programmato esplicitamente dove cercarle. Il machine learning nasce dalla teoria che i computer possono imparare ad eseguire compiti

specifici, senza essere programmati per farlo, grazie al riconoscimento di schemi tra i dati. L'aspetto più importante del machine learning è la ripetitività, perchè più i modelli sono esposti ai dati, più sono in grado di adattarsi in modo autonomo.



Infine, il deep learning (apprendimento profondo) si ispira alla struttura della mente e riguarda l'emulazione dei meccanismi di apprendimento degli esseri umani. Sottocategoria del Machine Learning, il deep learning non fa altro che creare modelli di apprendimento su più livelli. In pratica è sempre una tecnica

che serve per far sì che i computer apprendano qualcosa, ma l'apprendimento non avviene solo acquisendo informazioni da uno strato superficiale esterno, bensì sfruttando diversamente quanto già appreso, come fossero i diversi livelli di coscienza o esperienze maturate in momenti diversi.

BLOCKCHAIN: LE PROSPETTIVE OLTRE IL DOMANI

A conclusione di questa guida, che vuole rappresentare in modo completo le tecnologie dell'identificazione automatica dell'oggi, vogliamo aprire una finestra sul futuro, citando una tecnologia che è già anch'essa entrata nel nostro presente: la blockchain. In questo caso, allarghiamo al futuro le sue prospettive, per vedere che cosa potrebbe riservarci domani l'evoluzione tecnologica e applicativa. Eppure anche questo esercizio di "fantatecnologia" - elaborato da chi ha realizzato in prima persona un sistema di supporto alla tracciabilità basato su blockchain - vede le sue prospettive ancora più concrete di quanto appaiano nell'immediato futuro

di **Andrea Gentili**

Facciamo un esercizio di fantatecnologia, subito dopo aver fatto un rapido richiamo alla storia moderna. Frasi come: “chi vuoi che veda la pubblicità su Internet”; “che senso ha vendere prodotti su Internet”; “il web è troppo lento perché possa avere una diffusione di massa”; “Internet non è sicura per effettuare transazioni di valore” erano tutte affermazioni condivisibili quando sono state formulate. Ora, a distanza di pochi anni, sembrano eresie. Quello che sembrava certo perché assolutamente plausibile a suo tempo, oggi è dimostrato falso.

Consapevoli di questo, davanti all'enorme novità tecnologica della Blockchain, che cambierà molti paradigmi assodati da anni, che cosa possiamo dire per certo che non cambierà? La domanda vale anche nel mondo dell'industria e in particolare di quella alimentare, dove lavoro da qualche anno.

Di certo non possiamo asserire con sicurezza che i processi industriali non saranno fortemente impattati da questa tecnologia, anzi possiamo prevedere che invece questi processi saranno rinnovati o sostituiti dai nuovi paradigmi che il binomio Blockchain-Industria realizza. Allora liberiamo la fantasia e proviamo ad immaginare uno scenario che non tenga conto dei vincoli tecnologici, sociali, politici, industriali, attualmente riconosciuti come imprescindibili.

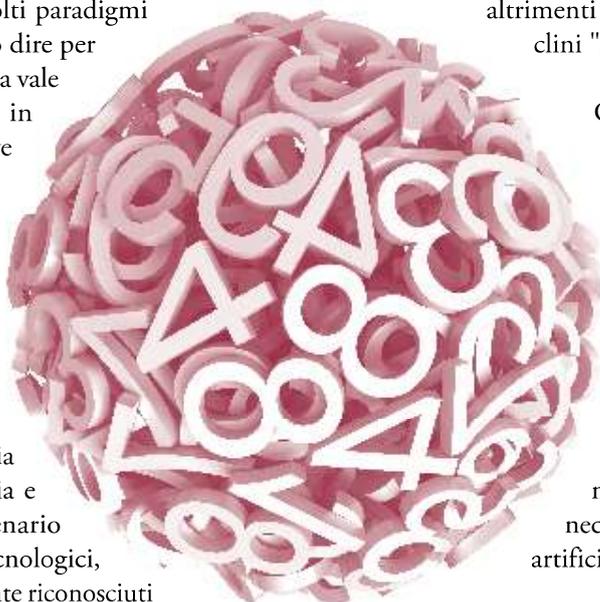
Immaginiamo dunque un mondo prossimo in cui, come risposta alla diffusa esigenza di consapevolezza sui prodotti, nata a partire dagli anni 2000, si sia sviluppata un'industria "Comunicativa".

Attraverso questa nuova industria, le informazioni generate ad esempio dagli impianti, dai laboratori, dai mezzi di trasporto, dalle celle di stoccaggio, fluiscono verso la comunità dei consumatori in maniera credibile, grazie alla Blockchain. Inizialmente la comunicazione viaggiava in modalità unidirezionale ed era scadenzata su tempi prestabiliti, poco dopo si è evoluta attraverso lo sviluppo di interfacce utente per la selezione delle informazioni da fruire e gli aggiornamenti sono diventati "on demand".

Va enfatizzata la discriminante che ha determinato l'evoluzione dell'industria, dal modello 4.0 al modello "comunicativo", e cioè la Blockchain. Attraverso questa tecnologia infatti le asserzioni di qualità provenienti dall'industria sono recepite come credibili dai consumatori; prima non lo sarebbero state.

Con queste premesse la comunità ha cominciato a catalizzarsi, dapprima spontaneamente, poi in maniera organizzata, intorno a preferenze di qualità globale del prodotto, di rispetto dell'ambiente e degli animali, di sostenibilità futura. Questa catalisi ha dunque delineato preferenze di acquisto di massa (per natura dinamiche).

Di lì a poco la stessa comunità dei consumatori avrebbe preso consapevolezza della propria forza, derivata appunto dalla possibilità di polarizzare preferenze di acquisto massivo in maniera organizzata, sulla base delle informazioni che viaggiavano credibilmente sulla piattaforma Blockchain. Per realizzare cambiamenti in un sistema, una forza va esercitata, altrimenti rimane un potenziale (ognuno declini "sistema" come ritiene).



Conseguenza ineluttabile quindi di tutte queste novità, è stata una ulteriore fase evolutiva dell'industria, dal modello "comunicativo", al modello "adattivo", capace di adeguarsi automaticamente alle attese, spontanee o indotte che fossero, della comunità dei consumatori. Detto in altri termini, si è sviluppata l'industria "Adattiva", capace di reagire alle nuove forze in gioco, un'industria necessariamente basata sull'intelligenza artificiale e sulla Blockchain.

Le politiche industriali dunque non erano più dettate da "capitani di industria" ma direttamente dai consumatori, a loro volta, certo, soggetti adattivi rispetto all'applicazione di altre forze.

Il paradigma comunque era stato ribaltato.

Analizzando questa storia, si evince che tutto è stato reso possibile dall'avvento della Blockchain, che dapprima indirettamente ha consentito il cambio rivoluzionario di alcuni modelli di formazione e organizzazione delle preferenze, poi ha reso possibile l'applicazione della forza di questi "movimenti di preferenza", attraverso la propria architettura tecnologica (reti di computer, protocolli e reti di utenti).

Facendo l'esercizio di rileggere gli scenari futuri prospettati in questo scritto, con lo stesso stato d'animo con cui si ripensa oggi alle frasi su Internet riportate all'inizio, credo che possiamo convenire che non abbiamo trattato fantatecnologia, bensì abbiamo prospettato un futuro tutto sommato possibile. Se poi ci piacerà, dipenderà molto da noi.