

**S**PECIALE  
strumentazione di controllo

# La visione artificiale

nell'industria medica e farmaceutica



Dall'ispezione di fiale e ampole ai controlli di siringhe ad alta precisione: le tecnologie di imaging sono la soluzione migliore per ispezioni accurate, veloci e affidabili nell'industria farmaceutica e negli ambiti medicale e biomedicale.

Un sistema di visione efficiente e versatile richiede un'ottica adeguata, combinata a una corretta illuminazione, una telecamera appropriata e un software di imaging performante.

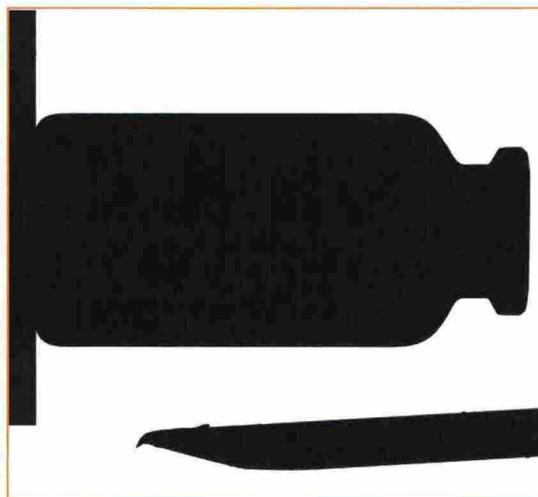
a cura del Gruppo Meccatronica di **ANIE** Automazione

**N**el panorama tecnologico attuale e nell'era dell'Industria 4.0, la machine vision gioca certamente un ruolo decisivo tra i principali protagonisti delle strumentazioni di controllo e misura. Parte di un mercato in costante crescita, i sistemi di visione artificiale vengono oggi utilizzati con successo per l'ottimizzazione di molti processi industriali in una varietà di settori, dall'automotive all'elettronica, dall'industria farmaceutica a quella medicale, dal settore alimentare e delle bevande al mondo del packaging.

Tra i settori emergenti e maggiormente rilevanti per la visione artificiale, l'industria farmaceutica e gli ambiti medicale e biomedicale hanno assunto sempre più un ruolo di primo piano. La diffusione della pandemia da Covid-19 e il verificarsi di recenti eventi di portata globale, infatti, ne

hanno evidenziato l'importanza e hanno sottolineato il bisogno di creare sistemi tecnologici all'avanguardia in grado di effettuare controlli di qualità in modo veloce, accurato e affidabile per accertare che vengano rispettati requisiti e standard sempre più elevati. Garantire la qualità e l'integrità di componenti, prodotti finiti, dispositivi medici e altri strumenti, è un processo a cui nessun produttore in campo farmaceutico e medicale può oggi rinunciare. I sistemi di visione artificiale rispondono proprio a questo bisogno, fornendo la strumentazione necessaria per assicurare un'ispezione senza contatto completamente automatizzata, oggettiva e affidabile, basata sull'acquisizione di immagini con telecamere e ottiche dalle elevate prestazioni e la loro rielaborazione attraverso software di imaging dedicati per ispezionare oggetti di interesse ad alta risoluzione e velocità.

La selezione dei componenti più adatti e la scelta di prodotti di qualità, robusti e affidabili, è di fondamentale importanza per la creazione di un sistema di visione efficiente e versatile: l'utilizzo di un'ottica adeguata, combinata a una corretta illuminazione, a una telecamera appropriata e a un software di imaging performante, per-



● Figura 1. Ispezione di fiala in vetro e ago realizzata con un sistema telecentrico per misurazione e controllo dei bordi ad alta precisione.

● Figure 1. Glass vial and needle inspection using a telecentric system for high-precision edge measurement and control.

## SPECIAL - control instruments

# Machine vision for the medical and pharmaceutical industries

*From vial and ampoule inspection to high-precision syringe measurement: imaging technologies ensure accurate, fast and reliable inspections in the pharmaceutical industry and the medical and biomedical fields. An efficient and versatile vision system requires the use of a proper optics, combined with suitable illumination, an appropriate camera as well as high-performance imaging software.*

**I**n today's technological landscape and the era of Industry 4.0, machine vision certainly plays a decisive role among the leading inspection and measurement tools. Part of a steadily growing market, machine vision systems are now successfully used for the optimization of many industrial processes in a variety of sectors, from automotive to electronics, pharmaceutical to medical, food and beverage to packaging.

Among the emerging and most relevant sectors for machine vision, the pharmaceutical industry and the medical and biomedical fields have become increasingly prominent. In fact, the outbreak and spread of the Covid-19 pandemic and recent events of

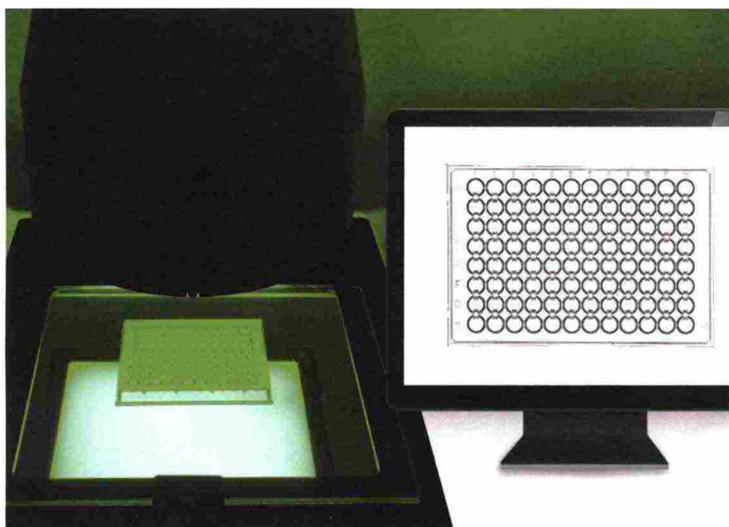
global magnitude have highlighted their relevance and emphasized the need to create state-of-the-art technological systems able to perform quality checks quickly, accurately, and reliably in order to ensure that ever higher requirements and standards are met.

Guaranteeing the quality and integrity of components, finished products, medical devices, and other instruments is a process that no manufacturer in the pharmaceutical and medical fields today can forego. Machine vision systems precisely meet this need, providing the necessary tooling to ensure fully automated, objective and reliable noncontact inspection based on image

acquisition with high-performance cameras and optics and their reprocessing through dedicated imaging software to inspect objects of interest at high resolution and speed. Selecting the most suitable components and choosing high-quality, robust and reliable products is of paramount importance for the creation of an efficient and versatile vision system: the use of a proper optics, combined with suitable illumination, an appropriate camera and high-performance imaging software, allows to obtain flawless measurement and/or inspection results, even in particularly challenging inspection conditions.

Depending on the application to be performed and the requirements to be met, it is possible to choose from different types of optics, illumination, cameras and software and create a vision system capable of highlighting all the main features of interest of the inspected object.

**S**PECIALE  
*strumentazione di controllo*



● Figura 2. Piastre per microtitolazione ispezionata con backlight verde e ottica telecentrica ultra ad alta risoluzione.

● Figure 2. Microplates inspected with a green backlight and an ultra-high-resolution telecentric optic.

mette di ottenere risultati di misura e/o controllo impeccabili, anche in condizioni di ispezione particolarmente difficili. In base all'applicazione da realizzare e ai requisiti da rispettare è infatti possibile scegliere fra diverse tipologie di ottiche, illuminazione, telecamere e

software e creare un sistema in grado di evidenziare tutte le principali caratteristiche di interesse dell'oggetto da ispezionare.

**Processo produttivo sotto controllo con la visione artificiale**

Le industrie del medicale e del farmaceutico si affidano generalmente alla visione artificiale per effettuare controlli di diverso tipo nelle varie fasi del processo produttivo, dall'ispezione di materie prime ai prodotti finiti: controlli relativi all'integrità e alla conformità degli imballaggi, misurazioni dimensionali, verifiche di forma, riconoscimento e lettura di caratteri e codici, verifiche di presenza/assenza, rilevazione di difetti superficiali e imprecisioni di forma e/o di colore, individuazione di corpi estranei e contaminazioni sono solo alcune delle tipologie di ispezione che quotidianamente vengono realizzate grazie ai sistemi di visione, sia in linee di produzione che in applicazioni offline.

Molto comuni in ambito farmaceutico e medicale sono oggi le applicazioni di misura, fondamentali per la produzione di oggetti di qualità che rispettino le specifiche richieste dall'industria. (vedi figura 1). Le tipologie di controllo effettuate variano a seconda dell'oggetto di interesse e includono, ad esempio, il calcolo delle dimensioni massime/minime e interne/esterne di parti, la misura di distanze tra punti specifici e verifiche di forma di oggetti di varie geometrie. La visione artificiale viene, ad esempio, regolarmente impiegata per il controllo dimensionale

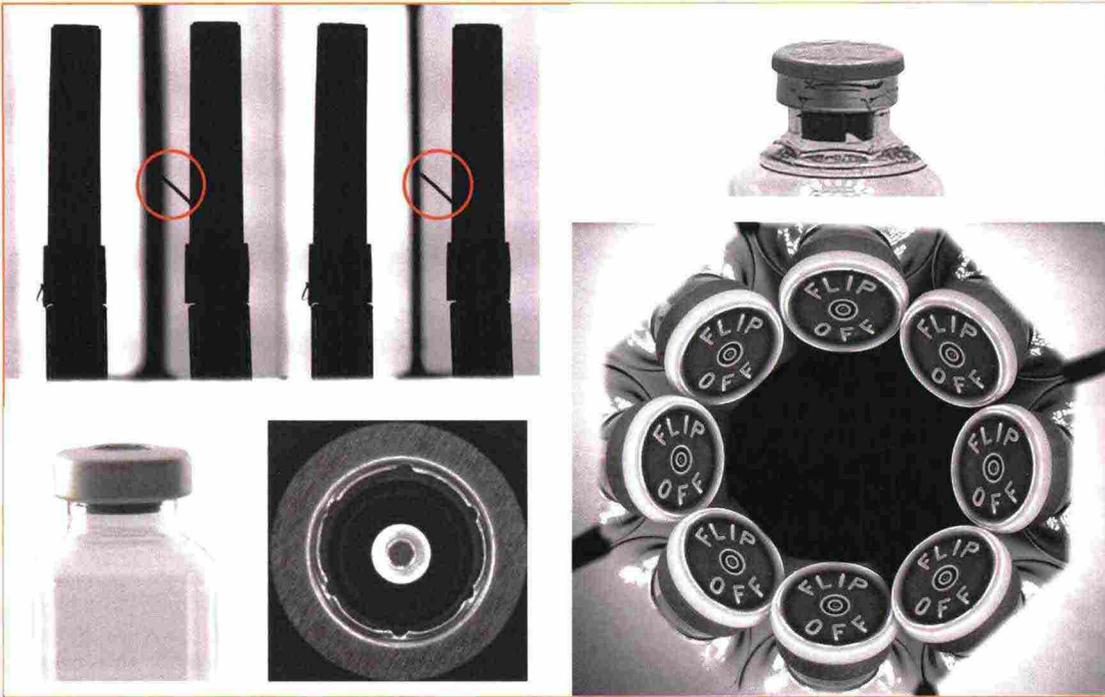
**Production processes under control by using machine vision technologies**

Medical and pharmaceutical industries generally rely on machine vision to perform different types of inspections at various stages of the production process, from inspection of raw materials to finished products: checks related to packaging integrity and conformity, dimensional measurements, shape verifications, recognition and reading of characters and codes, presence/absence verifications, detection of surface defects and inaccuracies in shape and/or color, detection of foreign bodies and contaminants are just some of the inspections that are carried out daily using vision systems, both in production lines and in offline applications. Measurement applications are very common in the pharmaceutical and medical fields

today and are crucial for the production of quality objects that meet the specifications required by the industry (see figure 1). The types of inspections performed vary depending on the object of interest and include, for example, calculation of maximum/minimum and internal/external dimensions of parts, measurement of distances between specific points, and shape verifications of objects of various geometries. Machine vision is, for example, regularly used for the dimensional inspection of pharmaceutical glass containers and medical devices, such as syringes, vials, ampoules, capsules and their components. In these cases, the use of a (bi-) telecentric objective, in combination with a high-uniformity monochromatic telecentric backlight or collimated illuminator, and good metrology software, provides optimal results, given the high accuracy required.

**The telecentric technology enables accurate and repeatable measurement**

In fact, due to the special optical design of the objectives, the telecentric technology eliminates perspective effects and ensures high contrast and almost zero distortion, guaranteeing accurate and repeatable measurement and allowing the detection of potential defects, even of a few microns, such as anomalies in the syringe body or imperfections on the needle. Ongoing technological advances in machine vision have then also led to the development of ultra-compact telecentric solutions with innovative opto-mechanical design and excellent optical performance, capable of operating in small spaces or within systems that require a great deal of flexibility. Almost any dimensional inspection can now be carried out in industrial environments thanks to the



● Figura 3. Tappi di protezione per siringhe e contenitori farmaceutici ispezionati con ottiche con vista a 360°.  
● Figure 3. Protective caps for syringes and pharmaceutical containers inspected with 360° view optics.

di contenitori in vetro per uso farmaceutico e dispositivi medici, come siringhe, fiale, ampolle, capsule e i loro componenti. In questi casi l'utilizzo di un obiettivo (bi-)telecentrico, in combinazione con un backlight telecentrico monocromatico ad alta uniformità o un illuminatore collimato e un buon software di metrologia, consente di ottenere risultati ottimali, vista l'elevata precisione richiesta.

### Misurazioni accurate e ripetibili con la tecnologia telecentrica

Grazie al particolare design ottico degli obiettivi, infatti, la tecnologia telecentrica elimina gli effetti della profondità spaziale e assicura alto contrasto e distorsione pressoché nulla garantendo una misurazione accurata e ripetibile e permettendo di rilevare potenziali difetti, anche della gran-

use of ultra-compact and extremely efficient solutions able to cover even wider fields of view. In the biomedical and life sciences industries, telecentric objectives and illuminators are the perfect solution for the inspection of microplates, very commonly used to perform clinical diagnostic tests and in research laboratories. Because of their unique shape, characterized by the presence of several "wells," inspection of microplates requires a total absence of perspective effects and accurate measurement, which is achievable only through the use of high-resolution telecentric optics (see figure 2).

### Full inspection of finished medical products with 360° view lenses

To ensure high safety standards for the protection of healthcare workers and patients using finished medical products, complete

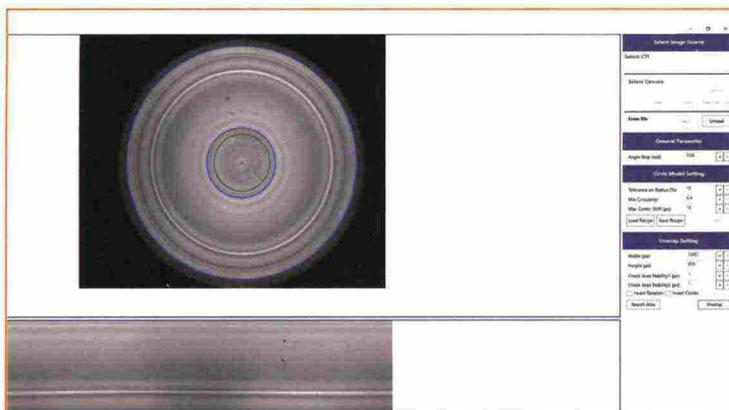
inspections of medical devices such as syringes, vials, plungers and bottles can also be carried out through the use of 360° view lenses. Thanks to their innovative design these lenses are able to capture an all-around image of the sample in one shot and ensure a complete and reliable inspection of the object of interest. This is essential for the detection of surface defects, scratches, cracks, imperfections and possible contaminations. Besides the possibility of getting multiple views in a single image, one of the main advantages of using 360° view lenses, therefore, is precisely the opportunity to perform efficient and complete inspections without the need to use expensive and complex multi-camera systems (see figure 3). 360° view lenses, combined with high-power ring LED illuminators, can also be used for complete internal inspection in rapid sequence

of caps, vials, and cavities of various types and installed on robotic arms to inspect various cavity diameters, even for complex objects, and ensure high speeds. (see figure 4).

### Inspecting filling levels with backlights and fixed focal lenses

The inspection of filling levels of bottles, vials and IV bags is another extremely important step in the production process in the medical and pharmaceutical fields. This involves inspections performed by means of machine vision systems integrating specific types of illumination and, generally, fixed focal length lenses: the ideal solution for inspecting in-line objects at a fixed distance from the camera and performing both simple and complex inspections at high speeds and reliably. Diffuse backlights combined with fixed focal length lenses enable complete inspection of

**S**PECIALE  
strumentazione di controllo



● Figura 4. Tappo per sacche per terapia endovenosa ispezionato con un'ottica con vista a 360° per l'ispezione di fori e cavità.  
● Figure 4. IV therapy bag caps inspected with 360° view optics designed for the inspection of holes and cavities.

rezza di pochi micron, come anomalie presenti nel corpo della siringa o imperfezioni sull'ago. I continui progressi tecnologici compiuti nel settore della machine vision hanno poi portato anche allo sviluppo di soluzioni telecentriche ultracompatte dal design opto-meccanico innovativo e dalle performance ottiche eccellenti, in grado di operare in spazi ridotti o all'interno di sistemi che richiedono molta flessibilità. Pressoché qualsiasi controllo dimensionale

può oggi essere effettuato in ambiente industriale grazie all'utilizzo di soluzioni ultracompatte ed estremamente efficienti, in grado di coprire anche campi visivi più ampi. Nell'industria biomedica e nel campo delle life sciences, gli obiettivi e gli illuminatori telecentrici rappresentano la soluzione perfetta per l'ispezione di piastre per microtitolazione, strumenti comunemente utilizzati per effettuare test diagnostici clinici e nei laboratori di ricerca. A causa della loro forma particolare, caratterizzata dalla presenza di diversi "pozzetti", l'ispezione di micropiastre richiede una totale assenza di effetti di prospettiva e un'accurata misurazione, possibile solo attraverso l'uso di ottiche telecentriche ad alta risoluzione. (vedi Figura 2).

### Ispezioni complete e sicure con le ottiche a 360°

Per garantire elevati standard di sicurezza a protezione di operatori sanitari e pazienti che usufruiscono di prodotti finiti in campo medicale, inoltre, è possibile effettuare ispezioni complete di dispositivi medici come siringhe, fiale, stantuffi e flaconi anche attraverso l'utilizzo di obiettivi con vista a 360°. Grazie al loro design innovativo questi obiettivi sono in grado di acquisire un'immagine a tutto tondo del campione in un singolo scatto e assicurare un'ispezione completa e affidabile dell'oggetto di interesse, essenziale per l'individuazione di difetti superficiali, graffi, crepe, imperfezioni e possibili contaminazioni. Oltre alla possibilità di avere molteplici viste in una singola immagine, uno dei principali vantaggi offerti dall'utilizzo

liquids in transparent containers and excellent illumination of objects even in applications requiring low exposure times (see figure 5).

### More technologies and instruments to meet any requirement

For more complex applications, aimed at identifying tiny defects present on highly reflective materials and irregular surfaces with complex geometries, as is often the case with pharmaceutical and medical packaging, dome illuminators produce uniform, diffuse and homogeneous illumination that is ideal for minimizing reflections and enabling the acquisition of accurate, high-quality images. Medical devices and tablets are also generally inspected, especially in the early stages of the manufacturing process, to check for foreign bodies and contaminants that are not compatible with their end use. In these cases,

the choice of a high-resolution optic and uniform, homogeneous illumination with an appropriate wavelength provides the optimal contrast needed for repeatable and reliable inspections.

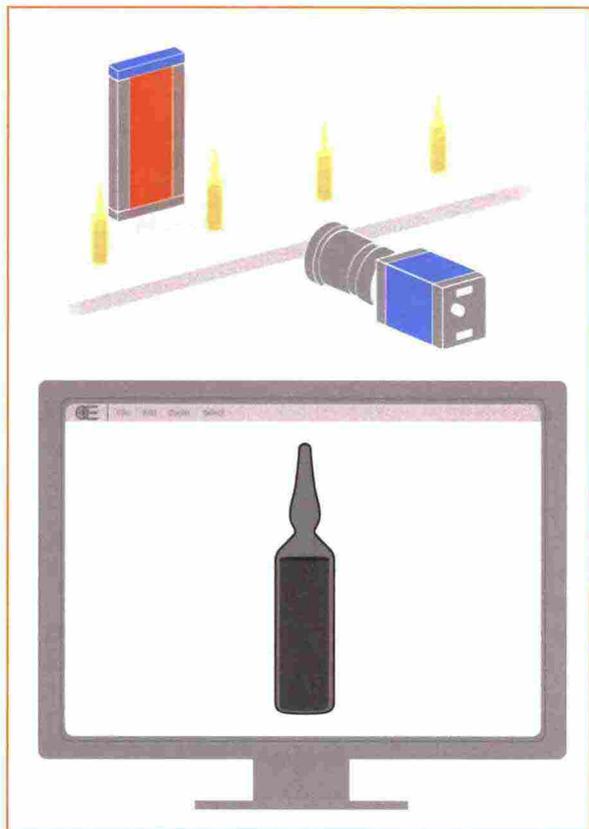
High-power LED pattern projectors are then the perfect solution to perform high-speed 3D mapping of objects such as tablet blister packs and carry out cavity volume checks to detect absences or defects (see figure 6). Identifying and reading codes and checking the integrity of labels found on glass or plastic containers are other very common applications in the pharmaceutical and medical industries.

These types of inspections, involving OCR for reading 1D/2D codes, matrices and dosages or checking serial numbers on the label, are necessary to ensure that products carry the correct information and for traceability

purposes or compliance with certain standards. They can be carried out with 360° view optics or fixed focal length lenses depending on the requirements to be met (see figure 7).

### In conclusion...

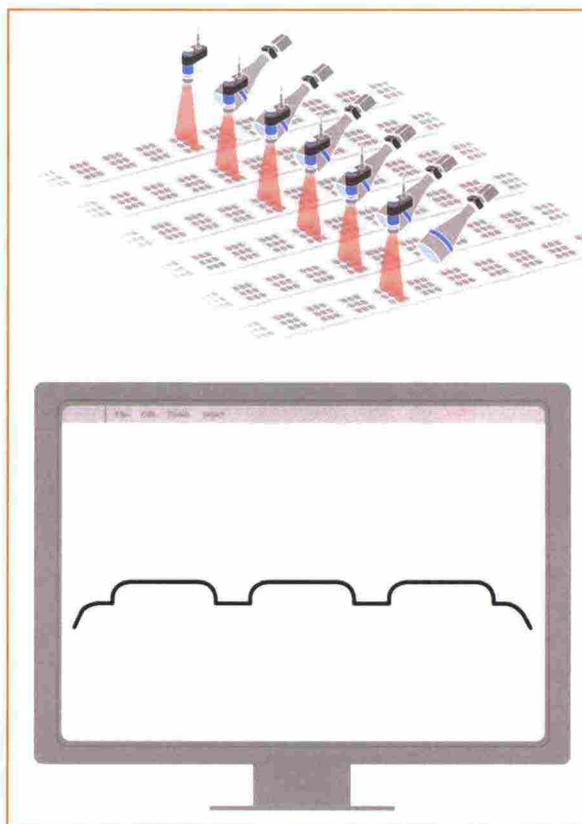
Machine vision, in conclusion, is thus an imperative tool for solving multiple measurement and inspection applications for the pharmaceutical and medical industries: by providing tooling capable of accurate quality control and fast, efficient and reliable inspection of objects of various types, it enables the increasingly complex and diverse needs of the market to be met. Current developments in machine vision also pave the way for a future in which machine vision will underpin an even greater number of industries and fields of application. ●



● Figura 5. Ispezione dei livelli di riempimento di fiale per uso farmaceutico  
● Figure 5. Inspection of filling levels of pharmaceutical vials.

degli obiettivi con vista a 360°, dunque, è proprio la possibilità di effettuare un controllo efficiente e completo senza la necessità di utilizzare costosi e complessi sistemi multi-camera. (vedi Figura 3).

Le ottiche con vista a 360°, combinate a illuminatori a LED circolari ad alta potenza, possono essere utilizzate anche per l'ispezione interna completa in rapida sequenza di tap-



● Figura 6. Controllo visivo del volume di blister di compresse.  
● Figure 6. Visual inspection of blister volume of tablets.

**S**PECIALE  
strumentazione di controllo



● Figura 7. Identificazione e lettura di codice 2D su contenitore farmaceutico in plastica.

● Figure 7. Identification and reading of a 2D code on plastic pharmaceutical container.

pi, fiale e cavità di vario tipo e installate su bracci robotici per ispezionare vari diametri di cavità, anche per oggetti complessi, e garantire elevate velocità. (vedi figura 4).

### Backlight e lunghezze focali fisse per controllare i livelli di riempimento

L'ispezione dei livelli di riempimento di flaconi, fiale e sacche per flebo è un'altra fase estremamente importante del processo produttivo in ambito medico e farmaceutico che prevede controlli effettuati per mezzo di sistemi di machine vision che integrano specifiche tipologie di illuminazione e, generalmente, ottiche a lunghezza focale fissa: la soluzione ideale per ispezionare oggetti in linea ad una distanza fissa dalla telecamera ed effettuare controlli sia semplici che complessi ad alta velocità e in modo affidabile. Backlight diffusi combinati a ottiche a lunghezza focale fissa consentono un'ispezione completa di liquidi in contenitori trasparenti e un'illuminazione eccellente di parti anche in applicazioni che necessitano di bassi tempi di esposizione. (vedi Figura 5).

### Altre tecnologie e altri strumenti per soddisfare tutte le applicazioni

Per le applicazioni più complesse, finalizzate a identificare minuscoli difetti presenti su materiali molto riflettenti e superfici irregolari dalle geometrie complesse, come spesso accade per gli imballaggi in campo farmaceutico e medicale, gli illuminatori a cupola producono un'illuminazione uniforme, diffusa e omogenea, ideale per ridurre al minimo i riflessi e consentire l'acquisizione di immagini precise e di alta qualità.

Dispositivi medici e compresse vengono anche generalmente ispezionati, soprattutto nelle fasi iniziali del processo produttivo, per verificare la presenza di corpi estranei e contaminanti non compatibili con il loro utilizzo finale. In questi casi, la scelta di un obiettivo ad alta risoluzione e di un'illuminazione uniforme e omogenea, con un'appropriata lunghezza d'onda, permette di ottenere il contrasto ottimale necessario per un'ispezione ripetibile e affidabile.

Proiettori di pattern a LED ad alta potenza rappresentano, invece, la soluzione perfetta per eseguire una mappatura 3D ad alta velocità di oggetti come blister di pastiglie ed effettuare un controllo del volume delle cavità per rilevare eventuali assenze o difetti. (vedi figura 6)

L'identificazione e la lettura di codici e il controllo dell'integrità di etichette presenti su contenitori di vetro o plastica sono altre applicazioni molto comuni nell'industria farmaceutica e nel medicale.

Questo tipo di ispezioni, che prevedono l'esecuzione di OCR per la lettura di codici 1D/2D, matrici e dosaggi o il controllo di numeri seriali stampati sull'etichetta, sono necessarie per garantire che i prodotti riportino le informazioni corrette e a fini di tracciabilità o conformità a determinati standard e possono essere effettuate con obiettivi con vista a 360° oppure con focali fisse a seconda dei requisiti da soddisfare (vedi Figura 7).

### In conclusione...

In conclusione la visione artificiale è uno strumento indispensabile per risolvere molteplici applicazioni di misurazione e controllo per l'industria farmaceutica e il settore medicale: fornendo strumentazioni in grado di effettuare controlli di qualità accurati e di ispezionare in modo veloce, efficiente e affidabile oggetti di vario tipo, essa permette di soddisfare le esigenze sempre più complesse e diversificate del mercato. Gli attuali progressi della machine vision, inoltre, aprono la strada ad un futuro in cui la visione artificiale sarà alla base di un numero ancora più elevato di settori e campi applicativi. ●