

ASSEMBLAGGIO JUST IN TIME

Grazie all'utilizzo dei sistemi di visione della serie In-Sight di Cognex è possibile effettuare, direttamente sulla linea di produzione della nuova Jaguar X400, un gran numero di controlli, come ad esempio presenza, posizionamento e orientamento di pezzi e verifiche del colore

I sistemi di visione della serie In-Sight 1000C di Cognex vengono utilizzati nella linea di assemblaggio dei rivestimenti interni per il tetto della Jaguar mod. X400. Johnson Controls Automotive (JCA) ha installato questa nuova linea per soddisfare le clausole contenute in un nuovo accordo: la peculiarità della linea è rappresentata dal fatto che i sistemi di visione automatizzati sono parte integrante del processo di assemblaggio. Essi infatti sono destinati all'espletamento di compiti quali la verifica della presenza, dell'ubicazione e dell'orientamento di componenti quali maniglie di sostegno, etichette e via dicendo. Grazie a verifiche di natura elettrica è possibile avere la conferma del corretto funzionamento delle lampadine del quadro comandi; inoltre, prima della spedizione, viene eseguita una verifica dei colori, per accertarsi che corrispondano alle scelte dei clienti. Questi rivestimenti vengono realizzati in sequenza, rispondendo alle richieste di Jaguar seguendo la metodologia JIT: la linea messa a punto da JCA, quindi, deve soddisfare vincoli severi dal punto di vista sia temporale sia della qualità. La possibilità infine di archiviare le immagini assicura una completa tracciabilità. Nell'impianto di JCA (Johnson Controls Automotive) situato a Merseyside viene eseguito l'assemblaggio dei rivestimenti interni per il tetto della nuova Jaguar modello X400. Le operazioni di assemblaggio avvengono in risposta a una richiesta specifica della casa automo-



La nuova Jaguar X400 berlina.

bilistica che si manifesta, presso lo stabilimento di JCA, sotto forma di una sequenza di etichette con codici a barre che automaticamente supervisionano la linea di assemblaggio. Il compito di quest'ultima consiste nell'assemblare i rivestimenti nella medesima sequenza delle vetture a cui sono destinati, garantendo che tutti gli elementi – colori, accessori e i vari optional – rispettino le richieste espresse dal cliente. I rivestimenti, una volta completati, vengono inviati seguendo una modalità "just in time" (JIT) in modo da poter essere installati nella vettura corrispondente nel momento in cui arrivano alla stazione di assemblaggio. L'obiettivo

è quello di raggiungere una velocità di produzione pari a 40 pezzi all'ora: ciò si traduce nel fatto che ciascun rivestimento deve essere completato in circa 90 secondi.

Questa strategia di "realizzazione in sequenza" comporta la risoluzione di problematiche sicuramente complesse, come ha spiegato Nick Bradburn, ingegnere addetto alla produzione. «Il punto di partenza per noi è stata la necessità di rimpiazzare la linea esistente, basata su sensori di natura ottica posizionati per via meccanica per la verifica del prodotto che risultava molto onerosa dal punto di vista della manutenzione». JCA era dunque alla ricerca di una soluzione capace di garantire un miglioramento in termini di qualità e di integrità dei prodotti consegnati, con l'obiettivo di superare le aspettative del cliente. Inoltre era necessario conformarsi alla

ne, dispositivi di ausilio per il parcheggio e così via. Poi vi sono da tenere in considerazione altre variabili, come ad esempio le differenze che sussistono a livello internazionale nel range di frequenza per le opzioni quali SRX e GDO (Garage Door Opened). In definitiva, ciò significa che per ogni singolo rivestimento sono possibili centinaia di varianti, ciascuna delle quali deve essere verificata e collaudata nella corretta sequenza di realizzazione a una velocità particolarmente spinta».

IL PROCESSO DI ASSEMBLAGGIO E COLLAUDO

Le prime due tavole della nuova linea di assemblaggio formata da 4 tavole sono destinate all'aggiunta di pezzi quali ad esempio alette paraso-

le, blocchi realizzati mediante schiuma, morsetti per il localizzatore e alcuni particolari elettrici su entrambi i lati del substrato del rivestimento: dapprima sulla parte nascosta (o B) e quindi sulla parte interna visibile (o A).

In ogni tavola si esegue dapprima una scansione dell'etichetta con codice a barre e successivamente vengono resi disponibili i pezzi corrispondenti utilizzando un sistema di tipo KANBAN. Tutti questi processi sono di natura manuale e non richiedono

la verifica da parte di un sistema di visione. Le tavole 3 e 4 sono invece differenti, in quanto dispongono di un'incastellatura alta all'incirca 3 metri posizionata al di sopra di ciascuna tavola: su di essa sono presenti quattro sensori di visione In-Sight 1000C di Cognex connessi via Ethernet a una rete VAN (Vision Area Network) orientati in direzione verticale rispetto al rivestimento. In questo caso, mediante la scansione del codice a barre, viene indicato al sistema di ispezione il tipo di parametri di test da utilizzare e le istruzioni vengono trasferite in modo seriale a una telecamera master presente in ogni rete VAN: questa quin-

di trasferisce i dati alle altre tre telecamere sfruttando la connessione Ethernet.

Ciascuna telecamera In-Sight 1000C di Cognex è una telecamera CCD completa dotata di capacità di elaborazione proprie in grado di prendersi carico dei compiti di ispezione ad essa assegnati in modo indipendente dal controllore centrale. Il suffisso C indica che la telecamera è corredata di risorse hardware aggiuntive che permettono di stabilire tonalità, saturazione e intensità del colore del pezzo, in modo da garantire l'installazione dei pezzi con i colori conformi alle richieste. La rete VAN è anche collegata con un server Web che trasmette le immagini acquisite a un sito centrale dove vengono memorizzate e archiviate. In dettaglio, il rivestimento viene posto sulla tavola 3 con il lato B (quello nascosto) in evidenza. Dapprima viene confermata la presenza e l'orientamento dei blocchi di materiale schiumoso, quindi quella dei morsetti del localizzatore. A questo punto vengono controllate sia la spaziatura delle maniglie interne per verificare la presenza di zinco sulla parte anteriore e di plastica su quella posteriore, sia la presenza o meno di un tettuccio scorrevole.

L'elemento di maggior rilievo che viene verificato sulla tavola 3 è la console MPC (Master Plan Console), ovvero il modulo posizionato sopra la testa del guidatore nella vettura finale che contiene lampade di cortesia, commutatori, microfono, GDO e altri dispositivi simili. Ancora una volta sono possibili differenti configurazioni, per cui la console MPC corrispondente viene scelta mediante la scansione del pezzo successivo nella catena KANBAN: a questo punto, sull'interfaccia uomo/macchina viene confermata o meno la corrispondenza tra il rivestimento e la console MPC. Una volta installata la console corretta, le telecamere Cognex poste sopra la tavola vengono attivate e si procede alla verifica di posizione, orientamento e contenuto della console: i relativi risultati vengono evidenziati su un monitor posto nelle vicinanze.

Una volta effettuati tutti i controlli,



Le operazioni di assemblaggio della linea JCA sono complicate dalla possibilità di una vasta gamma di opzioni in termini di colore e accessori.

sempre più rigorosa politica di garanzia in vigore nell'industria automobilistica e trovarsi nelle condizioni di poter rispettare le norme contenute nel "JIT Sequenced Environment".

Si trattava di una sfida decisamente impegnativa: «Noi assembliamo solamente due tipi di rivestimenti - ha detto Bradburn - uno per le berline e uno per le station wagon. Le operazioni vengono complicate dalla disponibilità di una vastissima gamma di opzioni in termini di colori e accessori, quali sensori di intrusio-

il rivestimento viene posto sulla tavola 4 con il lato A in evidenza. La scansione del codice a barre indica al sistema di test se il pezzo è destinato al mercato statunitense, canadese o al resto del mondo e fornisce le opzioni corrette per la verifica elettrica ("eCheck"), che appare sotto forma di una serie di punti di controllo visualizzati su un monitor posto nelle immediate vicinanze. La prima operazione consiste nel collegare l'insieme dei cablaggi principale a un sistema di test il cui compito è verificare la continuità delle parti elettriche. Un segnale verde indica il superamento del test e quindi l'operatore attiva manualmente il sistema di visione per esaminare la presenza di lampadine spente (off) ed eseguire altri collaudi come ad esempio il controllo del corretto posizionamento dell'etichetta relativa all'airbag nella parte inferiore dell'aletta parasole. Le telecamere di Cognex vengono automaticamente riconfigurate in modo che, durante l'esecuzione di questo test, presentino un'apertura minore, a causa delle caratteristiche di riflessione dell'etichetta.

Una volta che il collaudo dell'etichetta ha dato esito positivo (luce verde), viene effettuato un test elettrico per controllare la funzionalità della console. Una tra le numerose prove eseguite consiste nell'accensione di tutte le lampadine: il sensore di visione confronta questa immagine con la precedente (in cui tutte le lampadine erano spente) in modo da controllare il corretto funzionamento delle lampadine stesse. Il dispositivo GDO, il sensore di intrusione, il microfono, il tettuccio apribile, i dispositivi di ausilio per il parcheggio e l'SRX vengono tutti verificati mediante un'attivazione manuale degli stessi.

Ancora una volta un segnale verde conferma il corretto funzionamento di tutti i componenti e ciò permette all'operatore di procedere alla prima verifica completa sfruttando il sistema di visione. A questo punto viene aumentata l'apertura delle telecamere per assicurare una maggiore sensibilità in fase di verifica del colore e si procede alla conferma del colore dell'unità, delle ma-

niglie interne e delle alette parasole e del corretto posizionamento delle maniglie nella parte sia anteriore sia posteriore.

Quando le luci di controllo sono tutte verdi, un timbro che conferma il superamento dei collaudi viene apposto sul lato B e l'operatore può identificare il rivestimento pronto per essere inviato allo stabilimento Jaguar.

Per l'illuminazione vengono utilizzati tre tubi fluorescenti ad alta frequenza.



I PROBLEMI DELLE TELECAMERE

L'intero processo di assemblaggio e di collaudo, comprese le apparecchiature quali le tavole e le stazioni di lavoro, agiscono sotto il controllo di un Plc. Una volta attivate, le quattro telecamere, ciascuna delle quali è "responsabile" di un quadrante, acquisiscono una intera immagine del rivestimento in un tempo inferiore ai 5 ms.

Come accade per tutti i sistemi di ispezione basati su telecamera, l'illuminazione è un fattore di particolare importanza. Nell'installazione presso lo stabilimento di JCA, il pezzo in lavorazione è illuminato da tre tubi fluorescenti posti al di sopra di esso, inframezzati tra le varie telecamere. Si tratta di tubi fluorescenti a elevata frequenza, capaci di assicurare un'ottima sensibilità al colore ed evitare che eventuali fenomeni di flicker (sfarfallio) possano interessare l'immagine (la telecamera e i tubi fluorescenti operano rispettivamente a 50 e 60 MHz), influenzando i calcoli relativi alle soglie e falsando i risultati. Ulteriori

vantaggi legati all'impiego di tubi fluorescenti ad alta frequenza sono la rapidità nel raggiungere la temperatura di lavoro e la tendenza a guastarsi repentinamente, fattore questo che evita il lento deterioramento delle immagini acquisite.

L'operazione di programmazione delle telecamere necessaria per potersi adeguare alle centinaia di configurazioni possibili è risultata e-

stremamente semplice grazie all'approccio basato su spreadsheet utilizzato per la configurazione di ciascun sensore di visione della linea In-Sight. «Si tratta – come ha spiegato Bradburn – di specificare passo dopo passo le operazioni che si desidera vengano svolte da un sistema. Per quanto concerne i test di orientamento e di posizione, l'operatore deve contrassegnare l'area di interesse utilizzando il corrispondente tool disponibile sullo schermo e quindi configurare i parametri necessari per l'identificazione di quella forma o del suo contenuto. L'approccio utilizzato da Cognex facilita enormemente questo lavoro. Nel test del colore, è necessario accertarsi che il sistema sia in grado di distinguere un determinato colore da qualsiasi altro che potrebbe incontrare. Ciò richiede l'esecuzione di qualche esperimento ma, una volta effettuata la messa a punto, risulta molto facile riconoscere un colore non conforme e segnalarlo sotto forma di errore». Ovviamente vengono apportate continue migliorie sui test, così da assicurare loro un level-

lo di efficacia sempre maggiore: ciò risulta possibile in virtù della semplicità della tecnica di programmazione adottata.

Dopo che ogni set di immagini viene acquisito per le necessarie analisi, viene trasmesso a server dedicato sfruttando la rete Ethernet installata nella fabbrica e memorizzata per un utilizzo futuro. «Ciò si traduce in una completa tracciabilità –

lezionare il tool più adatto per ciascuna fase del processo stesso. Questo spreadsheet è di tipo trasparente, ovvero l'immagine del pezzo sottoposto a verifica è visibile durante la fase di set up. Ciò consente all'operatore di vedere l'applicazione dei tool di visione all'immagine senza dover eseguire la commutazione tra i vari schermi. I parametri vengono scelti a partire da menù di ti-



I risultati relativi ai test sulla console, al suo contenuto e orientamento, vengono evidenziati su un monitor posto nelle vicinanze.

ha detto Bradburn – in modo che all'insorgere di qualsiasi problema risulta possibile rintracciare le immagini catturate del rivestimento e risalire alla radice del problema stesso. In modo simile, possiamo utilizzare l'archivio per una doppia verifica relativa a qualsiasi problema che si possa verificare in fase di produzione».

PROBLEMATICHE DI CONFIGURAZIONE

Ciascuna telecamera è dotata della libreria completa di tool per l'analisi della scala di grigi e per l'elaborazione dell'immagine di Cognex, che comprende anche "PatFind", una soluzione particolarmente avanzata per la localizzazione dei pezzi. La programmazione viene eseguita da una stazione operatore remota sfruttando un approccio basato su spreadsheet, che consente di definire in maniera estremamente semplice ciascuna fase del processo di visione.

Abbinando la flessibilità del linguaggio di programmazione con la semplicità della metodologia "point & click", lo spreadsheet relativo al processo di visione consente di se-

po Drop-down e i risultati di ciascun collaudo sono inseriti automaticamente in celle adiacenti dello spreadsheet. Le celle possono essere collegate insieme per eseguire i compiti richiesti, accelerando la prototipazione circa la "verifica del concetto" e consentendo la modifica "al volo" delle applicazioni durante la sostituzione del prodotto. Appositi "help" sensibili al contesto sono disponibili in diverse lingue.

Secondo Cognex le operazioni che richiedo l'uso di sistemi di visione sono basate su dati e l'approccio che prevede l'uso di spreadsheet è uno dei mezzi più affidabili ed efficienti per operare su insiemi di dati di ampie dimensioni.

Gli spreadsheet possono contenere centinaia di funzioni specializzate, opzioni e operazioni, che spaziano da funzioni matematiche avanzate a grafici completati da commenti. Senza dimenticare il fatto che gli spreadsheet rappresentano un ambiente di lavoro familiare, il che contribuisce a ridurre la curva di apprendimento per gli utilizzatori non esperti ed eliminano la necessità di dover affrontare lo studio di un nuovo linguaggio di programmazione.