

Un'idea illuminante

Se software e hardware sono mente e cuore dei sistemi di visione, una buona illuminazione costituisce il fattore critico del successo dell'attività ispettiva attraverso tali apparati

Lo studio della soluzione più adeguata di illuminazione deve considerare aspetti come il tipo e la tecnica illuminante, il colore, le geometrie, i filtri, i sensori ma anche tenere in considerazione le condizioni al contorno per ciò che riguarda la interazione luminosa tra gli oggetti e la disposizione degli elementi. Di seguito, analizziamo quali sono gli aspetti principali legati all'illuminazione nei dispositivi di visione, per puntare al massimo dell'efficienza e dell'efficacia.

Il tallone d'Achille

L'illuminazione è il tallone d'Achille dei sistemi di visione. Durante l'implementazione di tali dispositivi spesso si rischia di trascurare questo aspetto incorrendo in un inevitabile degrado della qualità dei risultati. Basti pensare soltanto che fino a non molti anni fa non si disponeva di adeguati mezzi illuminanti e ci si affidava a equipaggiamenti a fluorescenza o incandescenza completamente inadatti allo scopo. La scelta di tali mezzi si basa su alcuni fattori principali legati alla tipologia di luce in relazione ai sensori, alle tecniche di illuminazione, alla forma degli oggetti coinvolti, ai profili, alle lunghezze d'onda e ai filtri oltre che alla interazione che i campioni possono avere con l'ambiente circostante. L'insieme di tutti questi aspetti costituisce la base di partenza per dotarsi di un idoneo congegno illuminante che sia in grado di rispettare tre condizioni principali: massimizzare il contrasto di tutto ciò che deve essere acquisito, minimizzare il contrasto degli elementi dell'ambiente circostante e fornire, infine, misurazioni robuste e consistenti (figura 2).

Le fonti luminose

Le fonti luminose comunemente utilizzate sono di tipo a fluorescenza, alogene al quarzo, a LED (Light Emitting Diode), ad alogeni di mercurio, allo xenon o a vapori di sodio ad alta pressione. Le lampade fluorescenti, alogene al quarzo e a LED sono senza dubbio le più diffuse soprattutto per apparati medio piccoli lasciando spazio alle fonti al mercurio e allo xenon negli usi con



Figura 1 - L'illuminazione è il tallone d'Achille dei sistemi di visione

dispositivi di grandi dimensioni con significative esigenze in termini di brillantezza e potenze luminose. Facendo riferimento al grafico a radar rappresentato di seguito (figura 3), è possibile confrontare tra loro le fonti più diffuse sulla base della durata, della intensità, della flessibilità applicativa, della stabilità, del calore prodotto e della efficienza. In particolare negli ultimi anni le fonti a LED hanno visto una notevole diffusione che, però, non

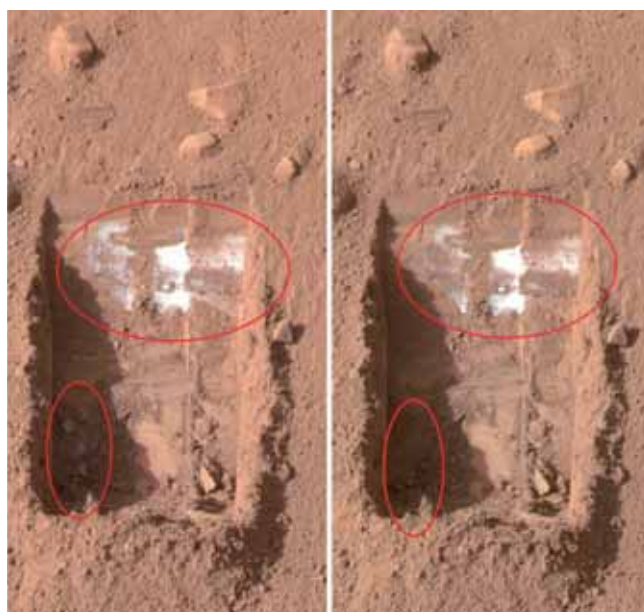


Figura 2 - Il rispetto delle condizioni di contrasto determina letture costantemente consistenti

sempre si adatta alla illuminazione di ampi volumi. Nella scelta della più adeguata fonte luminosa non è importante concentrare l'attenzione solo alla brillantezza ma anche allo spettro, come per le applicazioni microscopiche dove l'acquisizione dei colori risulta

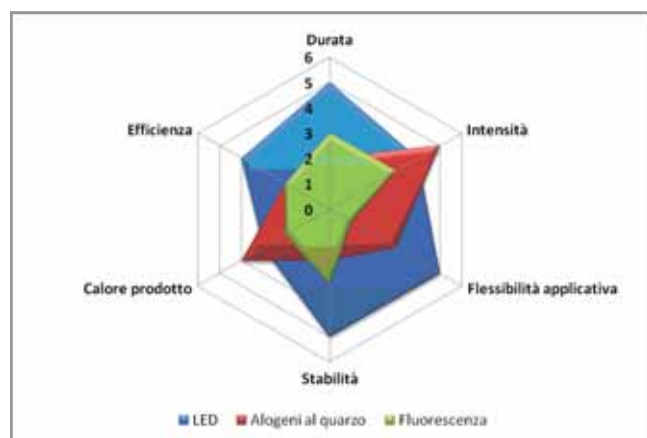


Figura 3 - Confronto tra le fonti a LED, ad alogeni al quarzo e a fluorescenza

un requisito che è soddisfatto dalle fonti al quarzo, allo xenon o al mercurio. Nelle applicazioni in cui l'intensità luminosa è un requisito imprescindibile, come per le ispezioni ad alta velocità, è necessario, inoltre, trovare un equilibrio tra lo spettro della fonte e il livello di 'sensività' dei mezzi di acquisizione. In generale sarebbe sempre utile tentare di coniugare il picco di sensibilità dei sensori con il picco della lunghezza d'onda della fonte per cogliere il miglior effetto dalla stessa e laddove possibile, utilizzare ambienti non inquinati da fonte solare data la sua specifica intensità e ampiezza di spettro.

Quattro pilastri della luce

Durante l'implementazione di dotazioni illuminanti è utile considerare quattro aspetti principali. La geometria tridimensionale caratteristica dell'ambito di acquisizione che comprende le fonti luminose e i sistemi di ripresa, la struttura/profilo dei fasci proiettati sui campioni, le lunghezze d'onda a cui i campioni e gli sfondi possono reagire in modo profondamente differente e, infine, i filtri che agiscono sia sulle lunghezze d'onda sia sulle angolature dei fasci luminosi. Il governo di tali aspetti porta al rispetto totale o parziale delle tre condizioni ottimali di acquisizioni che consistono, come accennato precedentemente, nel governo dei contrasti e nella determinazione di misurazioni robuste. I contrasti possono essere fortemente influenzati dalla posizione reciproca delle lampade, dei campioni o delle dotazioni di ripresa variando, anche in modo consistente, se si agisce sulla forma/dimensione dei fasci luminosi o sul colore degli stessi. A parità di impianto illuminante l'elemento sfondo può, inoltre, causare effetti diretti sulla qualità delle riprese.

Un passo verso l'efficacia

La progettazione di un efficace sistema illuminante deve contemplare i quattro pilastri citati non trascurando altri aspetti legati alla modalità ispettiva e alla interazione dei campioni con la luce. Le soluzioni ottimali sono create attraverso la ricerca dell'equilibrio

tra le variabili che influenzano i risultati in relazione al contesto di riferimento. Una di queste variabili è correlata al dinamismo dell'area da ispezionare. Requisiti di movimentazione e limiti fisici, connessi alla posizione dei vari elementi del teatro di acquisizione, contribuiscono al risultato generale anche in modo diretto. Ne è un tipico esempio la vivacità dei sistemi di movimentazione robotizzata utilizzati per accelerare le acquisizioni ma che possono creare vincoli e limiti evidenti in termini di gestione degli spazi. Le riprese ad alta velocità inducono, infatti, l'uso di lampade stroboscopiche ad alta intensità per 'congelare' le immagini non lasciando spazio, però, ad altre scelte magari più opportune. Un'ulteriore variabile indiretta, che può inquinare anche considerevolmente le letture, è costituita dalle infiltrazioni di luce naturale, soprattutto durante l'utilizzazione di fonti multi spettro (luce bianca) o di fonti provenienti da altri dispositivi. Esistono alcune soluzioni per risolvere tale inconveniente, anche se le tre più efficaci sono l'utilizzo di lampade stroboscopiche pulsazioni ad alta frequenza, la sigillatura fisica dei teatri di acquisizione e i filtri. La stroboscopia non è adatta a tutte le fonti e può essere costosa e impegnativa in termini di preparazione degli ambienti. Nei casi in cui le strobo non trovano applicazione ed è necessario rispettare uno spettro ampio, le luci bianche sono più adatte. Tale circostanza impedisce però l'uso di filtri perché bloccano la maggior parte dei contributi della luce inducendo l'uso di sigilli fisici.

Catturare le immagini

Per ciò che riguarda le interazioni luminose tra gli oggetti, molti sono i fattori da considerare come la forma generale degli elementi, la geometria, l'attitudine alla riflessione e la composizione degli stessi. La combinazione di questi quattro fattori genera una serie infinita di condizioni che influenzano la cattura delle immagini, la loro misurazione e quindi i relativi risultati. A parità di materiali la curvatura delle superfici può fortemente influire sulla riflessione dei fasci così come a parità di geometria i materiali più o meno riflettenti possono determinare acquisizioni anche sostanzialmente differenti. I materiali assorbono o riflettono varie lunghezze d'onda e tale effetto si verifica sia per le immagini in bianco e nero sia per quelle a colori (figura 4). La composizione dei campioni influisce, infatti, in modo importante sui risultati tanto che lo studio della chimica molecolare delle parti dovrebbe essere molto approfondito durante la scelta dell'impianto di illuminazione. Ci sono, per esempio, materiali che riflettono la luce alla stessa lunghezza d'onda ricevuta mentre altri sono, invece, in grado di rifletterla con lunghezze differenti come nei casi di

Figura 4 - I materiali assorbono o riflettono varie lunghezze d'onda della luce e tale effetto si verifica sia per le immagini in bianco e nero sia per quelle a colori

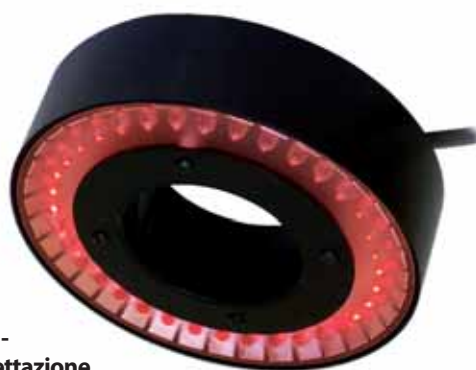


Figura 5 - La progettazione di un efficace sistema illuminante deve contemplare le fonti luminose, i sistemi di ripresa, la struttura dei fasci, le lunghezze d'onda e i filtri

fluorescenza particolarmente comune negli inchiostri per la stampa di etichette. Una menzione particolare va fatta per le fonti a infrarosso per la loro capacità di neutralizzare i contrasti determinati dai colori ma anche per la disposizione naturale alla penetrazione più profonda negli oggetti. Le fonti a infrarosso sono, infatti, in grado di reagire bene in presenza di materiali polimerici rispetto, per esempio, alla luce ultravioletta.

Sequenza di analisi

Al fine di semplificare la analisi del contesto da illuminare e ottenere il massimo dai sistemi di visione è descritto di seguito un percorso logico di valutazione che può essere seguito anche per standardizzare lo studio di diversi contesti applicativi. L'attenzione va concentrata in prima battuta all'ispezione del contesto fisico del sistema di illuminazione verificando i vincoli di carattere fisico come l'accesso del dispositivo di ripresa, delle lenti e delle lampade considerando gli ingombri dei vari apparati. Anche gli elementi caratteristici dell'impianto devono essere valutati come la stazione dei campioni da riprendere che può essere fissa o mobile e soggetta ad accessi robotizzati.

L'ispezione del contesto di riferimento non può, inoltre, trascurare aspetti caratteristici come gli elementi stroboscopici, l'influenza di luci esterne o la presenza di vibrazioni delle strutture. Il secondo passo per la progettazione e implementazione di idonei apparati di illuminazione consiste nella gestione delle interazioni.

Per prima cosa sono da analizzare le interazioni della luce con i campioni. Le superfici da questo punto di vista giocano un ruolo principale in termini di riflessione, geometria e granularità. L'interazione della luce è influenzata, inoltre, dalla composizione e dal colore oltre che dalla potenziale contaminazione da agenti luminosi esterni.

Gli ultimi due step per migliorare l'approccio alla miglior tecnica illuminante consistono nella valutazione combinata degli elementi che caratterizzando i fasci luminosi in termini di geometria, forma, colore e filtraggio e nella applicazione della tecnica di illuminazione più consona tra la diretta, diffusa, retroilluminazione o campo nero in combinazione con i tipi di lampade.