

# 1 Introduzione

## 1.1 *Il problema da risolvere*

L'esigenza di conseguire un costante incremento della redditività delle aziende più avanzate, richiede una continua acquisizione di dati tesi a monitorizzare le fasi dei vari processi produttivi al fine di razionalizzare ed ottimizzare il sistema nella sua globalità.

In quest'ottica, per le fabbriche di cartone ondulato, uno dei problemi da risolvere consiste nel verificare l'esatta corrispondenza tra il numero di fogli effettivamente inviati con quello richiesto dalla clientela.

Spesso, per motivi accidentali interni al processo produttivo, il numero dei fogli da spedire rimane indefinito; infatti, benché sia nota con precisione la quantità di cartone in uscita dall'ondulatore, risulta di fatto difficilmente stimabile la frazione che ne viene eliminata a causa di danneggiamenti vari dovuti al sistema di movimentazione del prodotto all'interno della fabbrica o perché giudicata non conforme dal controllo qualità.

Attualmente la soluzione più utilizzata per determinare il numero dei fogli prodotti, al netto dello scarto, è quella che si basa sull'uso di una pesatrice posta alla fine della catena produttiva.

Questo metodo prevede il calcolo del numero dei fogli mediante il rapporto tra il peso totale del bancale<sup>1</sup> di cartone e il peso medio del singolo foglio.

---

<sup>1</sup> insieme di più cataste di fogli di cartone

Le carenze più rilevanti di questo sistema, evidenziate dalle stesse aziende, sono sostanzialmente due:

- ⇒ elevata imprecisione del calcolo derivante dall'utilizzo del dato nominale del peso del singolo foglio piuttosto che di quello effettivo.
- ⇒ rallentamento imposto alla catena produttiva.

### *1.2 Vincoli e percorso seguito per l'individuazione della soluzione proposta*

I vincoli imposti per la progettazione di tale dispositivo sono riassunti nei seguenti punti :

- Non invasività : Il sistema da progettare, non deve alterare il funzionamento della linea produttiva e la sua gestione deve essere autonoma .
- Precisione : il sistema deve garantire un errore massimo del 2% in tutte le condizioni di funzionamento.
- Tempo di risposta : Non è richiesta una risposta in tempo reale.

In dettaglio è stato richiesto di progettare un dispositivo che sia in grado di risolvere il problema mediante l'acquisizione e l'elaborazione di immagini in formato digitale.

Una prima e intuitiva ipotesi di progetto presa in considerazione è stata quella di acquisire, tramite una telecamera industriale, l'immagine di un intero bancale e di conseguire il numero di fogli in esso contenuto tramite l'individuazione di un algoritmo di conteggio foglio per foglio da implementare su di un computer.

Tra i vari problemi incontrati nello sviluppo di questo prima ipotesi quello maggiormente significativo è rappresentato dall'alto valore del prodotto "risoluzione fotografica" per "area di ripresa" non ottenibile con le telecamere industriali attualmente disponibili sul mercato.

Per ovviare alla non reperibilità sul mercato di una telecamera in grado di garantire il suddetto valore, sono stati ipotizzati svariati metodi di ripresa al fine di ottenere l'immagine desiderata come composizione di immagini fornite da più telecamere o dalla medesima telecamera in tempi successivi.

Dallo studio di fattibilità è emerso tuttavia che, allo stato della tecnica attuale, la complessità intrinseca della gestione del contestuale utilizzo di più telecamere rende questo approccio scarsamente affidabile nel tempo.

Abbandonato questo criterio, è stata ipotizzata, in stretta analogia con il procedimento del già citato metodo basato sulla pesatrice, una soluzione che ricava il numero dei fogli come rapporto fra altezza del bancale ed altezza media del singolo foglio.

L'imprecisione nel conteggio constatata nella soluzione basata sulla pesatrice che, come già visto, è da imputare all'utilizzo nel calcolo del valore nominale del peso del singolo foglio, può essere eliminata nel nuovo sistema. Infatti per ottenere un valore certo dell'altezza media dei fogli costituenti un dato bancale è possibile estrarre da quest'ultimo un campione rappresentativo da cui ricavare il dato cercato con un'analisi statistica.

Questo metodo risulta corretto qualora si supponga di poter considerare l'altezza media del singolo foglio indipendente dalla posizione in cui si trova all'interno del bancale e quindi di poter considerare valida la relazione :

$$H_b = h_f * n \quad (1.1)$$

dove  $H_b$  rappresenta l'altezza del bancale,  $h_f$  l'altezza media del singolo foglio e  $n$  il numero dei fogli.

## Capitolo 1 – Introduzione

---

La validità di tale supposizione è sostenuta sia da una analisi statistica condotta a tal fine che da dati empirici rilevati sul campo :

Dati ricavati mediante l'analisi statistica

- ⇒ La dipendenza dell'altezza di un foglio all'interno di un ben preciso bancale dipende in modo molto lieve dalla posizione in cui è posto.
- ⇒ L'altezza di fogli nominalmente uguali, varia fortemente a seconda del bancale a cui appartengono.

Dati ricavati empiricamente

- ⇒ I fogli appartenenti ad un bancale vengono sottoposti alle stesse condizioni (stessa temperatura e stessa umidità in uscita dalle macchine, stesso periodo di attesa, stesse condizioni ambientali) prima di arrivare al sistema di visione
- ⇒ La rigidità di un foglio di cartone è molto accentuata e permette il sostegno del carico a cui è sottoposto nella fase di trasporto con lievi deformazioni<sup>2</sup>.

In conseguenza di quanto appurato è stato giudicato plausibile il considerare valida la relazione 1.1 e quindi il considerare valido, almeno in linea di principio, il sistema ipotizzato.

L'implementazione di tale metodo messa a punto è costituita da un dispositivo che, stimando statisticamente l'altezza media del singolo foglio basandosi su di una prima fotografia e determinando l'altezza dell'intero bancale basandosi su di una

---

<sup>2</sup> La deformazione di un foglio di cartone è un processo che danneggia il foglio stesso; la fase di trasporto è progettata in modo da deformare il meno possibile i fogli in modo da non danneggiare sistematicamente parte del cartone prodotto

seconda<sup>3</sup>, ricava il numero cercato tramite il rapporto fra i due dati ottenuti<sup>4</sup>.

### 1.3 Sintesi del contenuto dei vari capitoli

Nel capitolo secondo verrà illustrato brevemente l'ambiente in cui va collocato il dispositivo e verranno introdotte le terminologie tecniche utili per la comprensione dei capitoli successivi.

IL capitolo terzo si occuperà degli strumenti di acquisizione di immagine, spiegandone in breve caratteristiche, performance e stato attuale del mercato.

Nel capitolo quarto, invece verrà illustrata la teoria su cui si fondano gli algoritmi di elaborazione dell'immagine che hanno costituito la base di partenza della componente software del progetto individuato.

Nel capitolo quinto saranno brevemente illustrati i sistemi di visione che sono stati presi in esame evidenziando le problematiche che hanno decretato il loro abbandono.

Nel capitolo sesto viene analizzata la soluzione attualmente in uso e ne vengono sottolineate le manchevolezze.

Nel capitolo settimo, viene illustrata ampiamente la soluzione progettata, nei suoi dettagli implementativi più significativi.

Nell'ultimo capitolo infine vengono mostrati i risultati dei test effettuati sul dispositivo con indicazioni riguardo alle metodologie con cui sono stati conseguiti.

---

<sup>3</sup> Il valore del prodotto "risoluzione fotografica" per "area di ripresa" richiesto per queste fotografie risulta essere sostenibile per svariate telecamere industriali in commercio

<sup>4</sup> Consideriamo per il momento il bancale costituito da un'unica catasta.