

# **PROInspect**

Manuale d'uso  
Versione 2.8

1.	Introduzione .....	1
2.	Avvio ed arresto del sistema.....	1
3.	Uso di ProInspect.....	2
4.	Ricette .....	10
4.1	Regolazione e della ricetta .....	11
4.2	Calibrazione .....	12
4.3	Salvataggio e caricamento di ricette .....	13
5.	Creare una ricetta .....	14
6.	Strumenti di visione.....	18
6.1	Search .....	19
6.2	Ricerca bordi (edge tool) .....	22
6.3	Calibro .....	27
6.4	PatMax .....	29
6.5	PatInspect .....	40
6.6	Blob tool.....	45
7.	Other tools .....	51
7.1	Fitting tools .....	51
7.2	Distance tools.....	52
8.	Software Installation.....	53

## 1. Introduzione

ProInspect è un sistema di visione configurabile che può essere facilmente adattato ad un compito specifico d'ispezione o guida robot.

ProInspect è basato sulla superiore tecnologia d'analisi immagini Cognex e sull'hardware standard del Personal Computer.

Questo manuale contiene informazioni sull'uso di ProInspect. Include i seguenti argomenti:

- Strumenti d'analisi immagine
- Creare ricette d'ispezione
- Installazione
- Interfacciamento con dispositivi esterni

Questo manuale assume che il lettore abbia una conoscenza di base del sistema Microsoft Windows ©.

## 2. Avvio ed arresto del sistema

ProInspect è normalmente configurato per partire automaticamente all'avvio del PC. Alla partenza, se disponibile, l'ultima ricetta usata è attivata.

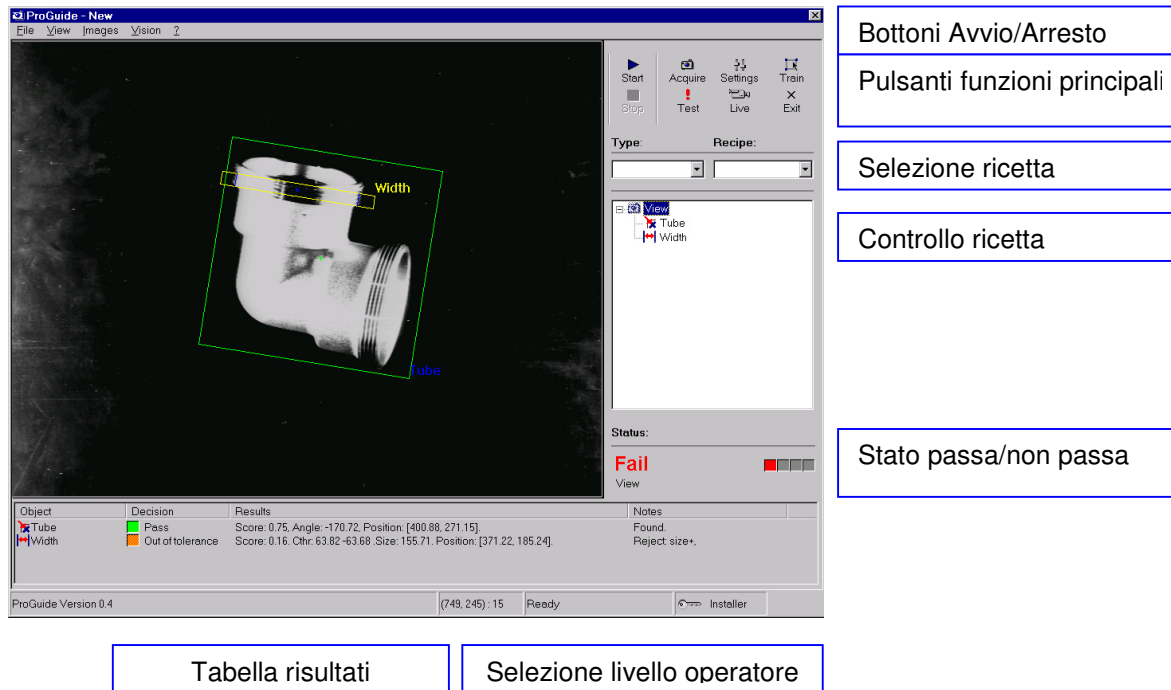
Per spegnere il sistema è indispensabile attivare la procedura di spegnimento (shutdown) di Windows. Questa procedura può essere attivata mediante una semplice conferma dopo la chiusura di ProInspect attivata mediante l'apposito pulsante. (vedi paragrafo "uso di ProInspect", "pulsante di chiusura").

**Nota importante:** lo spegnimento del sistema senza aver effettuato la procedura di spegnimento può causare danni al sistema di archiviazione a disco del computer.

La vostra unità potrebbe essere equipaggiata da un sistema di alimentazione (UPS). In questo caso la procedura di spegnimento è attivata automaticamente ed il sistema può essere spento senza precauzioni.

### 3. Uso di ProInspect

Fig. 3-1 Pannello di controllo di ProInspect

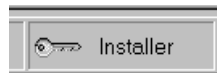


#### Livelli di accesso

Per evitare accesso non desiderato alle funzioni di configurazione e regolazione e semplificarne l'uso ProInspect prevede tre livelli di accesso descritti nella tabella seguente:

Livello	Descrizione
Operatore	Il livello operatore consente esclusivamente la scelta di modi di visualizzazione, l'avvio e l'arresto del sistema e la selezione della ricetta. L'operatore non può alterare la configurazione e la regolazione del sistema.
Tecnico	Il livello tecnico consente di eseguire operazioni di apprendimento e di modificare parametri quali sensibilità e soglie di ispezione.  Al tecnico non è consentito di alterare la configurazione della ricetta.
Installatore	Pieno accesso a tutte le funzioni, inclusa la creazione e modifica della ricetta di ispezione.

Si può modificare il livello di accesso facendo clic sul simbolo della chiave nella barra in basso allo schermo o scegliendo **Livello di accesso** dal menù File.

**Fig. 3-2 Controllo livello di accesso**

Successivamente Il sistema mostra il dialogo di selezione del livello d'accesso con le tre possibili scelte. Per impostare un nuovo livello di accesso si sceglie il livello desiderato, immettendo una password se richiesta e confermando con il pulsante di conferma.

Nota: una password potrebbe essere richiesta nella vostra specifica installazione per impostare i livelli Tecnico o Installatore.

Questo manuale descrive tutte le funzioni di ProInspect disponibili per il livello Installatore.

## Operazioni di ispezione

Nelle sue normali operazioni di ispezione ProInspect è attivato da un dispositivo esterno ad eseguire il ciclo di misura o ispezione definito dalla ricetta attiva.

Una delle possibili interfacce elencate in seguito può essere usata per attivare la sequenza di ispezione:

- Porta parallela del PC
- Porta seriale del (COM)
- Ethernet

Altre interfacce potrebbe essere supportate nella vostra specifica installazione. Si prega di consultare le appendici di questo manuale per eventuali dettagli delle vostre specifiche interfacce.

La sequenza di ispezione potrebbero coinvolgere multiple "viste" di un oggetto riprese da diverse telecamere. Ciascuna vista potrebbe comportare molti compiti di ispezione.

Al completamento della sequenza di misura o ispezione i risultati sono visualizzati sul monitor e resi disponibili mediante l'interfaccia selezionata.

L'ispezione può essere arrestata per porre il sistema in uno speciale modo di configurazione. Questo modo è previsto per operazioni di configurazione e di regolazione che non sono possibili mentre l'ispezione è attiva.

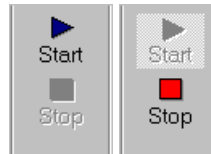
Ecco alcuni esempi di operazioni possibili solo nel modo di configurazione:

- Attivare una nuova ricetta
- Apprendere modelli per ricerca o ispezione
- Creare o modificare una ricetta

### **Pulsanti di arresto ed avvio**

I pulsanti di arresto ed avvio consentono di arrestare ed avviare il modo di ispezione automatica.

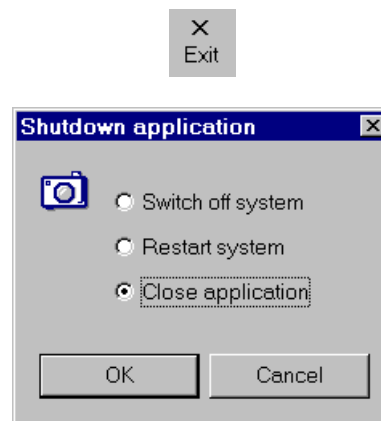
**Fig. 3-3 Bottoni di arresto ed avvio**



### **Pulsante di uscita**

Il pulsante di uscita consente di spegnere il sistema o di chiudere ProInspect. Premendo il pulsante si ottiene il dialogo di spegnimento (vedi fig.). Il dialogo di spegnimento consente la selezione del modo di chiusura.

**Fig. 3-4 Pulsante e dialogo di uscita**



### **Modo di visualizzazione**

ProInspect prevede diverse indicazioni del risultato di ispezione o misura. In primo luogo il sistema affigge un'indicazione grafica a colori sull'immagine ispezionata. I risultati di ciascuna analisi sono mostrati in una tabella. Inoltre un risultato generale passa/non passa è mostrato nell'area di "stato".

Il modo di visualizzazione per l'overlay grafico e la tabella dei risultati è selezionato mediante l'apposito controllo (vedi fig.).

**Fig. 3-5 Controllo modo visualizzazione**



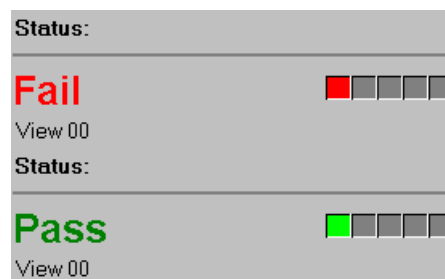
I modi di visualizzazione possibili sono elencati nella tabella che segue:

Fermo	L'indicazione dei risultati non è mai aggiornata.
Tutte	L'indicazione dei risultati è aggiornata ad ogni ciclo di ispezione per la vista selezionata (vedi controllo vista più avanti in questo paragrafo)

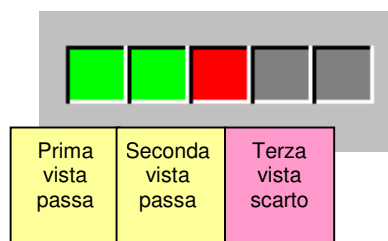
Difetti	Il sistema conserva l'indicazione del risultato relativo all'ultimo difetto/fallimento di misura. Il sistema commuta automaticamente sulla vista per la quale è stato riscontrato l'ultimo difetto.
1° difetto	Il sistema ricerca il primo difetto indicandone il risultato e ponendosi nel modo "fermo".

### Visualizzazione risultato passa/non passa

Il risultato generale "passa/non passa" è indicato nell'area di stato. Questa indicazione è sempre aggiornata all'ultima ispezione eseguita, senza tener conto dell'impostazione del modo di visualizzazione (vedi par. precedente).



Le spie rosse/verdi indicano la vista che ha causato lo scarto.



### Selezione ricetta

Il controllo di selezione ricetta consente di selezionare ed attivare una ricetta in una lista di ricette disponibili.

La selezione è normalmente doppia:

- Ricetta: la ricetta (associata ad un file con lo stesso nome nel disco del PC).
- Tipo: un tipo della ricetta associato ad una cartella nel disco del PC. (opzionale).

Il tipo consente il raggruppamento di una categoria di ricette e mantiene una lunghezza accettabile della lista di ricette.

**Fig. 3-6 Selezione ricetta**



### **Controllo della ricetta**

La ricetta definisce il compito di ispezione o misura. La ricetta è costituita da una collezione di viste ed oggetti.

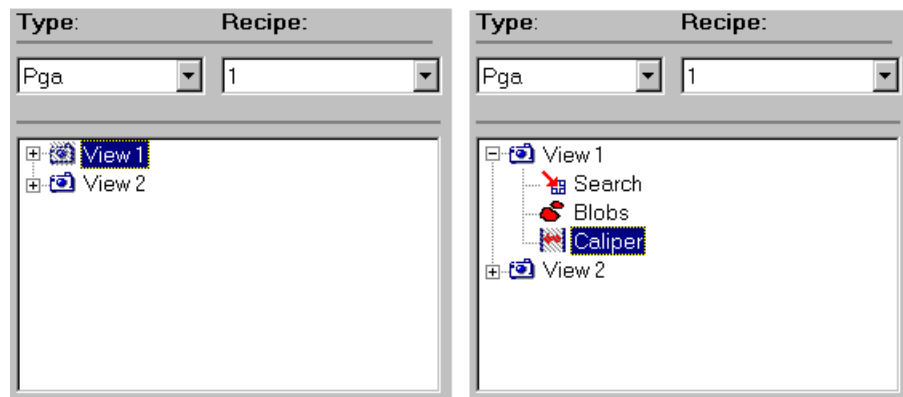
La vista è associata all'immagine ripresa da una telecamera collegata al sistema.

Gli oggetti definiscono "cosa fare" per ciascuna vista.

Ricette, viste ed oggetti sono descritte nel relativo capitolo (4).

Il controllo della ricetta mostra la lista delle viste comprese nella ricetta. Le viste possono essere "aperte" facendo clic sulla relativa icona. Una vista aperta mostra gli oggetti contenuti.

**Fig. 3.7 Controllo della ricetta**



### **Selezionare oggetti**

Uno degli scopi del controllo della ricetta è di consentire la selezione di un oggetto. Un oggetto è selezionato facendo clic sulla icona che lo rappresenta.

La selezione di un oggetto ha i seguenti effetti:

- l'immagine associata con la vista selezionata o contenente l'oggetto selezionato è mostrata nell'area apposita dello schermo.
- i risultati degli oggetti associati con la selezione corrente sono esposti nella tabella dei risultati. Nel caso di selezione dell'intera vista, sono esposti i risultati di tutti gli oggetti contenuti nella vista.
- Certe operazioni quali apprendimento, display immagine telecamera, test, campionamento sono eseguite per la vista o gli oggetti selezionati.

### **Accesso alle proprietà degli oggetti**

Facendo doppio clic sull'icona di un oggetto del controllo ricetta, si ottiene il dialogo che permette di consultare e modificare le proprietà dell'oggetto. Le proprietà per ciascun tipo di oggetto sono descritte nei capitoli relativi di questo manuale.



## Tabella dei risultati

**Fig. 3-8 Tabella dei risultati**

Object	Decision	Results	Notes
Search	Pass	Score: 1.00. Position: (25.92, -88.99)/[310.00, 147.00]	Found.
Blobs	Fail	blobs (n, min/max): 18, 0.25/16.69. Position: (-1.09, -110.45)/[214.14, ...]	Reject blob.
Caliper	Pass	Score: 0.24. Cthr: -49.11 70.98. Size: 1.02. Position: (57.08, -18.44)/[4...]	Found

I risultati degli oggetti selezionati sono esposti nella tabella dei risultati. Una riga della tabella indica, per ciascun oggetto, il nome, lo stato passa/non passa e misure specifiche al tipo di oggetto.

Se è stata impostata una trasformazione di coordinate/calibrazione le coordinate sono mostrate in formato doppio pixel/unità.

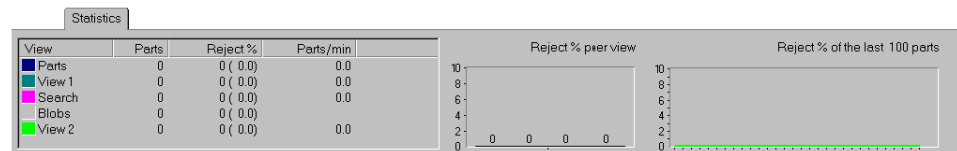
Parentesi quadre come [127.52, 239,2] sono usate per pixel.  
Parentesi tonde come (1.31, 2.32) sono usate per unità..

## Statistiche

ProInspect fornisce le seguenti statistiche di ispezione:

- numero e percentuale di scarti per ciascuna vista
- numero e percentuale di scarti di oggetti richiesti (mediante un'apposita configurazione)
- grafico a barre degli scarti per vista
- grafico "vivo" delle percentuali di scarto per vista.

**Fig. 3-9 Pagina di statistiche**



## Acquisire immagini



Acquire

E' possibile acquisire una nuova immagine per la vista selezionata facendo clic sull' apposito pulsante. Se la telecamera associata alla vista è impostata per l' attivazione mediante un comando esterno ("trigger veloce"). L' acquisizione avviene dopo che il comando è stato ricevuto. Durante questo periodo il pulsante rimane schiacciato. Facendo clic un'altra volta è possibile interrompere l'attesa abortendo l' acquisizione.



Live

Facendo clic sull'apposito pulsante "Live" è possibile visualizzare di continuo l' immagine ripresa dalla telecamera. La visualizzazione rimane attiva sino ad un nuovo clic sullo stesso pulsante. Durante la visualizzazione della telecamera alcune operazioni non sono possibili. I relativi controlli sono disabilitati sino a quando rimane attiva.

## Apprendimento

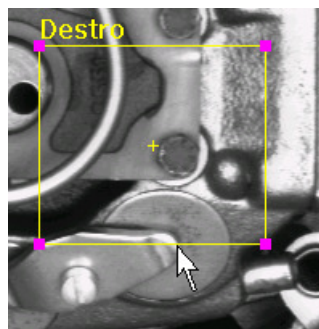


L'operazione di apprendimento ha due scopi:

- Definire la regione (o le regioni) dell'immagine dove l'analisi ha luogo.
- Costruire modelli di riferimento usati nell'analisi.

Per esempio per una tecnica di localizzazione basata su modello, l'apprendimento consente di selezionare la figura che costituirà il modello e la regione che sarà considerata nella ricerca.

L'apprendimento consiste nel selezionare, muovere e ridimensionare i cursori grafici che rappresentano le regioni rilevanti sull'immagine della parte da ispezionare o misurare.



L'operazione di apprendimento si inizia facendo clic sul relativo pulsante. Quando le regioni hanno le dimensioni e la posizione desiderata si termina l'apprendimento con un nuovo clic sul pulsante di apprendimento.

### *La Immagine di riferimento (Golden Image)*

L'operazione di apprendimento associa dimensioni, posizioni e forma di una serie di regioni con un'immagine di riferimento. Questa immagine è conservata con la ricetta ed è richiamata ogni volta che una sessione di apprendimento è iniziata.

A volte è necessario aggiornare l'immagine di riferimento. Per esempio nel caso la regolazione di illuminazione o telecamera sia cambiata. L'immagine di riferimento si aggiorna semplicemente facendo clic sul pulsante di acquisizione durante l'apprendimento.

L'apprendimento è necessario dopo che uno strumento è stato inserito della ricetta.

## Test



L'operazione di test consente di controllare l'esito dell'analisi per uno o più oggetti selezionati. Il test è eseguito sull'immagine attuale, in modo che sia possibile effettuare la prova con un'immagine acquisita dalla telecamera oppure con un'immagine precedentemente salvata su disco.

Il test si esegue facendo clic sull'apposito pulsante.

Il risultato del test è mostrato con sovrapposizioni grafiche e nella tabella dei risultati.

## ***Campionamento statistico***



Alcune tecniche di ispezione possono impiegare il campionamento statistico. Il campionamento statistico è un processo che consiste nell'analizzare un certo numero di pezzi per estrapolare informazioni utili per l' ispezione. Queste informazioni sono utilizzate per costruire modelli di ricerca o ispezione più accurati e per impostare automaticamente la sensibilità di ispezione.

Il campionamento statistico si inizia facendo clic sull' apposito pulsante. Il campionamento è eseguito solo per la vista selezionata. Il campionamento procede automaticamente sino al raggiungimento del numero di campioni impostato. E' possibile terminare il campionamento prematuramente facendo un nuovo clic sul pulsante. In questo caso il campionamento è abortito ed i dati dei pezzi analizzati sono scartati.

Quando il campionamento statistico termina con successo, i modelli e la sensibilità di ispezione sono aggiornate.

Per conservare le nuove impostazioni è necessario salvare la ricetta.

## 4. Ricette

La ricetta di ProInspect è la specifica del compito di ispezione o misura. Una ricetta è costituita da una serie di entità descritte nella sezione che segue.

### *Viste*

Ciascuna telecamera collegata al sistema provvede una vista della parte da misurare o ispezionare. Possono essere viste multiple della stessa parte oppure viste di diverse parti da ispezionare simultaneamente.

ProInspect supporta attualmente sino a quattro telecamere.

In alcuni casi una telecamera può dare luogo a diverse viste. Per esempio nel caso sia interessante riprendere un pezzo con diverse regolazioni o in tempi diversi.

Le viste sono in ogni caso associate ad una immagine da ispezionare.

### *Siti*

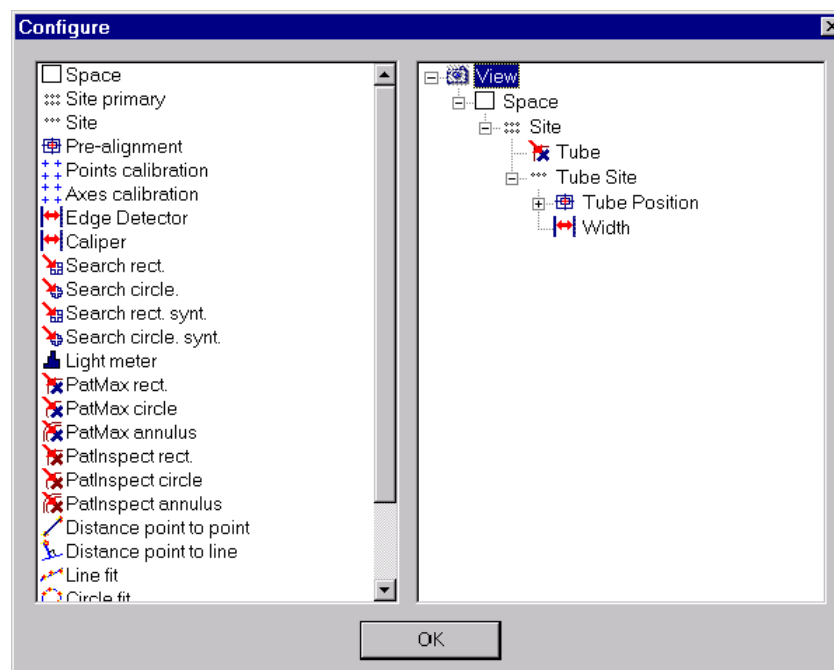
Un sito è un contenitore di strumenti di visione. Gli strumenti tengono conto della posizione del sito. Le loro aree di ricerca o regioni di interesse sono riposizionate secondo lo spostamento (x, y, angolo) fornito da uno o più strumenti di localizzazione che sono associati alla posizione del sito. E' possibile definire siti che hanno posizione fissa (non associati ad alcuno strumento di localizzazione). In questo caso il sito è semplicemente un raggruppamento di strumenti.

### *Strumenti di visione*

Gli strumenti di visione sono associati ad operazioni di analisi di immagine che forniscono una decisione passa/non passa o qualche tipo di risultato ad altri strumenti.

Gli strumenti sono combinati nella ricetta per ottenere potenti capacità di ispezione. Per esempio lo strumento di ricerca "Search" misura accuratamente la posizione di un pezzo prima che un "calibro" ne misura in loco un particolare.

**Fig. 4-1 Dialogo di configurazione della ricetta**



## 4.1 Regolazione della ricetta

### **Proprietà degli oggetti**

E' possibile modificare le proprietà degli oggetti mediante il loro dialogo accessibile facendo clic sulla relativa icona nel controllo ricetta.

Le proprietà degli strumenti di visione sono descritte in dettaglio nei capitoli 4, 5, 6.

### **Altre proprietà degli oggetti**

#### *Id*

Ogni oggetto della ricetta possiede un identificativo (id) unico. Questo codice è usato in procedure di comunicazione con altri sistemi.

Il codice ID è visibile nel dialogo ma non è modificabile.

#### *Abilitazione/Disabilitazione*

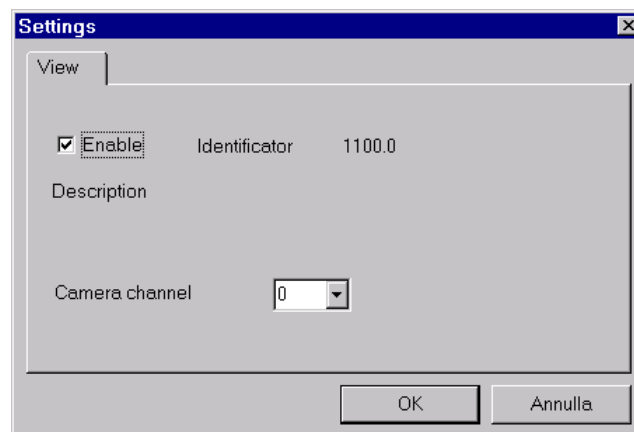
Ogni oggetto della ricetta può essere disabilitato, senza essere cancellato dalla ricetta, mediante un apposito controllo.

### **Porta telecamera (per viste)**

Il dialogo di regolazione delle viste consente la selezione della porta della telecamera. Questa versione di ProInspect (2.4) supporta sino a 4 telecamere.

Nota: altre proprietà della telecamera sono accessibili in un apposito dialogo che si ottiene selezionando la scelta **Regolazione telecamera** nel menù Immagini.

**Fig. 4-2 Dialogo di regolazione di una vista**



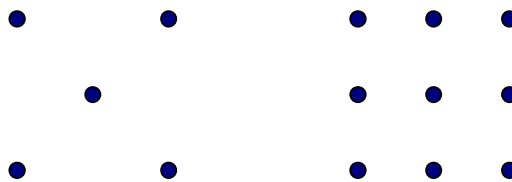
## 4.2 Calibrazione

La calibrazione è il processo mediante il quale il sistema stabilisce la relazione tra il sistema di coordinate della telecamera ed il sistema voluto. Per esempio il sistema di coordinate di un robot o semplicemente un riferimento arbitrario in millimetri.

La calibrazione consiste nell'associare le coordinate di punti noti nello spazio desiderato con misure degli stessi punti effettuate nello spazio dell'immagine

Nell'impostazione della calibrazione occorre evitare configurazioni dei punti che conducono a problemi numerici. Una situazione tipica è la presenza di ridondanza nei dati, per esempio causata da punti allineati lungo una retta.

Buone configurazioni dei punti sono illustrate nella figura che segue.



La calibrazione, se eseguita con più di 3 punti, fornisce una indicazione dell'accuratezza mediante il calcolo dei "residui" di calibrazione. I residui consistono, per ciascun punto dell'esperimento, nella differenza tra le coordinate note nel sistema di riferimento desiderato e le coordinate "predette" in base al risultato di calibrazione.

ProInspect fornisce i metodi di calibrazione alternativi descritti nelle seguenti sezioni.

### *Calibrazione a punti.*

La calibrazione a punti utilizza un set di punti. Il numero di punti è impostato nella proprietà dell'oggetto di calibrazione. Le coordinate nel riferimento desiderato sono inserite manualmente in una tabella. Le coordinate nel riferimento immagine sono misurate trascinando un set di cursori sull'immagine di un bersaglio di calibrazione.

Per iniziare la calibrazione selezionare la vista che si desidera calibrare nel controllo ricetta ed attivare la scelta **Calibrazione a punti** del menù Visione.

Il sistema mostra un cursore a forma di croce per ciascun punto di calibrazione.

Inoltre una tabella con la coppia di coordinate nel riferimento desiderato e nel riferimento telecamera.

I dati nel riferimento desiderato devono essere inserite nelle relative colonne della tabella, indicate con X, Y.

I dati nel riferimento telecamera possono essere inseriti nella tabella oppure trascinando gli appositi cursori sovrapponendo il centro delle croci con la posizione dei punti di calibrazione dell'immagine di un apposito bersaglio.

La calibrazione si ottiene facendo clic sul tasto **Calibra**.

### *Calibrazione con robot*

La calibrazione con robot consiste nel posizionare un oggetto in una serie di posizioni note. L'oggetto può essere un apposito bersaglio oppure lo stesso oggetto che deve essere ricercato in produzione.

Prima di calibrare è necessario stabilire uno strumento capace di ricercare la posizione dell'oggetto.

La calibrazione procede posizionando l'oggetto in ciascuna posizione prevista. Il robot invia un comando specifico di "inserimento" di un nuovo punto che comprende la comunicazione delle coordinate del robot. ProInspect misura le coordinate nel riferimento immagine e le inserisce nella tabella di calibrazione. Completato il numero previsto di punti, il robot trasmette il comando di calibrazione.

Questo tipo di calibrazione presenta i seguenti vantaggi:

- Il processo di calibrazione può essere reso completamente automatico, senza richiedere misure manuali.
- La calibrazione trasforma direttamente le coordinate dallo spazio immagine al sistema di riferimento della macchina.

I comandi di calibrazioni del robot sono descritti nel manuale/appendice relativo alla vostra specifica configurazione.

### *Calibrazione con griglia*

La calibrazione con griglia di punti richiede un apposito bersaglio con una griglia rettangolare di bersagli circolari. Le caratteristiche della griglia, interassi e diametro dei bersagli deve essere inserita nell'apposito dialogo.

Per iniziare la calibrazione selezionare la vista che si desidera calibrare nel controllo ricetta ed attivare la scelta **Calibrazione a griglia** del menù Visione.

La calibrazione si esegue semplicemente facendo clic sul pulsante **Calibra**.

La calibrazione a griglia consente di impostare la tecnica di risoluzione tra le seguenti possibilità:

- lineare
- polinomiale al terzo grado
- polinomiale al quinto grado

Al crescere del grado migliora l'accuratezza del risultato. In particolare la soluzione al quinto grado consente di compensare effetti di aberrazione ottica ed errori di perpendicolarità dell'asse della telecamera.

Si noti che per utilizzare i metodi polinomiali sono necessarie griglie con un elevato numero di bersagli.

## **4.3 Salvataggio e caricamento di ricette**

Una volta completata la configurazione della ricetta, è necessario eseguirne il salvataggio su disco per renderla permanente. Per salvare la ricetta si seleziona la scelta **Salva** dal menù File.

Per caricare ed attivare una ricetta si può usare il comando **Apri** del menù File o alternativamente utilizzare il controllo di selezione ricetta.

## 5. Creare una ricetta

Questo capitolo descrive come creare da zero una ricetta. utilizzeremo come esempio un semplice progetto.

Vi incoraggiamo a provare sul vostro sistema i passi descritti in questo capitolo.

Il nostro esempio consiste nell'individuare la posizione e l'orientamento di un raccordo su un nastro di trasporto e nel controllo del diametro di una estremità per controllare che la parte sia quella corretta.

### Creare una nuova ricetta

Iniziamo creando una nuova ricetta vuota selezionando **Nuova ricetta** dal menù File.

### Modificare la ricetta

Apriamo il dialogo di modifica della ricetta selezionando **Configura** dal menù Visione.

Il dialogo ha due pannelli. Il pannello di sinistra mostra gli oggetti che possono essere inseriti nella ricetta. Il pannello a destra mostra una rappresentazione ad albero della ricetta. L'albero contiene gli oggetti attualmente presenti nella ricetta e descrive le relazioni di appartenenza. Per esempio gli oggetti che appartengono ad una vista sono contenuti in rami collegati alla vista stessa.

### Creare una vista

Creiamo una vista trascinando l'icona della fotocamera dal pannello sinistro al destro.

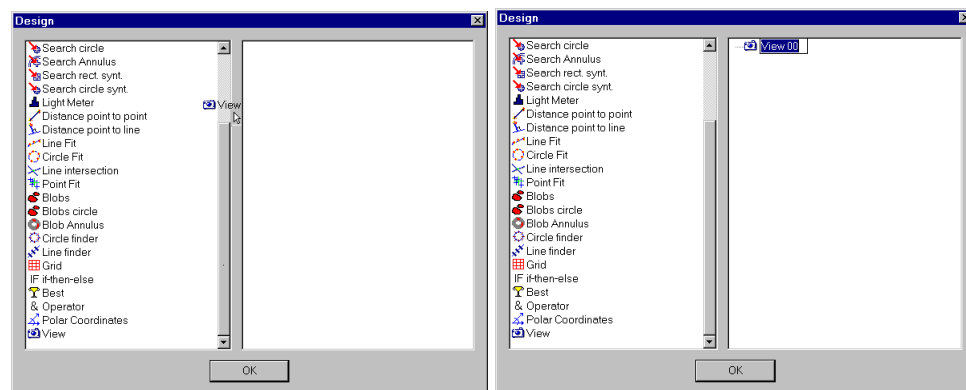
Il trascinamento di un oggetto dal pannello sinistro ha la funzione di aggiungere un nuovo oggetto nella ricetta.

Ad ogni nuovo oggetto è possibile assegnare un nome facendo clic sul nome attuale e digitando il nuovo nome.

Abbiamo chiamato la nostra vista: "Conveyor View".

E' sempre possibile rinominare gli oggetti nella ricetta.

**Fig. 5-1 Dialogo di modifica ricetta**



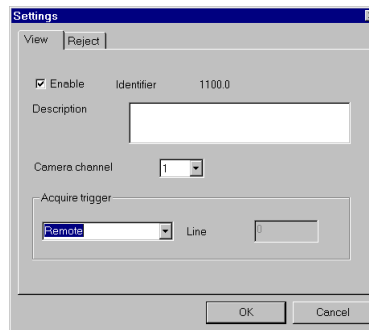


### Assegnare le proprietà della vista

Per assegnare alcune proprietà della vista apriamo l'apposito dialogo facendo doppio clic sull'icona della vista nel pannello della ricetta.

Le proprietà degli oggetti possono essere modificate fuori dal dialogo di modifica della ricetta, mediante l'apposito controllo (vedi cap.3. Controllo della ricetta).

**Fig. 5-2 Dialogo proprietà della vista**



Assegniamo la proprietà triggers a "remoto" poiché ci aspettiamo che la sequenza di misura sarà comandata da un robot collegato a ProInspect mediante una linea seriale.

Collaudiamo l'acquisizione dell'immagine chiudendo il dialogo di modifica ricetta e facendo clic sul pulsante **Live**. Osservando l'immagine della telecamera possiamo regolare la messa a fuoco e l'illuminazione.

### Inserimento di uno strumento di visione: PatMax

Abbiamo deciso di usare PatMax per la localizzazione poiché attendiamo un orientamento casuale dei pezzi. Torniamo al dialogo di modifica ricetta e trasciniamo l'icona di PatMax nella Vista.

Gli oggetti della ricetta hanno una certa gerarchia. Strumenti di visione come PatMax sono sempre contenuti in una vista.

Dobbiamo assegnare alcune proprietà di PatMax:

- l'area di ricerca è l'intera immagine (modo predefinito)
- La qualità accettata è 0.7
- L'angolo di ricerca è  $-180, + 180$ .

Queste proprietà sono accessibili mediante l'apposito dialogo che si ottiene facendo doppio clic sull'icona dello strumento.

### *Apprendimento del modello di PatMax*

Prepariamoci per l'apprendimento. Chiudiamo il dialogo di modifica ricetta e facciamo clic sul pulsante **Apprendi**.

Un cursore rettangolare appare nell'area dell'immagine.

Facendo clic presso i lati del rettangolo compaiono dei piccoli quadrati in corrispondenza degli spigoli del rettangolo. Questi quadrati sono usati per ridimensionare il cursore.

Afferrare il rettangolo presso i bordi consente di trascinarlo modificandone la posizione mentre afferrando i quadrati presso gli spigoli e trascinandoli ha l'effetto di modificarne la dimensione.

La piccola croce nel centro del rettangolo è un punto speciale denominato "origine". La misura della posizione fornisce le coordinate di questo particolare punto.

Per regolarne accuratamente la posizione possiamo ingrandire l'immagine premendo il pulsante destro del mouse e selezionando Zoom +

Quando abbiamo terminato, facciamo clic nuovamente sul pulsante di apprendimento per concludere l'operazione.

### *Prova di PatMax*

Possiamo verificare il funzionamento di PatMax muovendo la parte sotto la telecamera e facendo clic sul pulsante Test.

Siamo soddisfatti della precisione della ricerca, possiamo ora affrontare il compito di misura.

Il "calibro" è lo strumento ideale per questo scopo. Il caliper deve essere applicato con una posizione ed orientamento fisso rispetto alla parte.

La posizione attuale della parte è nota grazie alla ricerca con PatMax. E' necessario che la regione di ricerca del calibro tenga conto del risultato della ricerca.

### *Aggiunta di un sito*

I "Siti" sono fatti per questo scopo. Un sito tiene conto di una rototraslazione fornita da uno o più strumenti di localizzazione. La rototraslazione è applicata a tutte le regioni di ispezione o ricerca degli strumenti contenuti nel sito.

Per aggiungere un sito, in modo identico a tutti gli altri oggetti della ricetta, lo trasciniamo dal pannello sinistro e lo depositiamo nella vista.

### Impostazione della posizione del sito

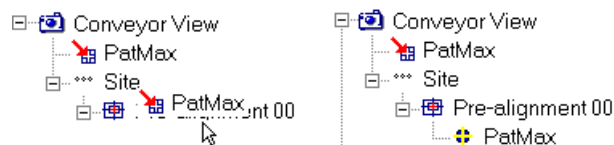
Osserviamo ora la struttura della ricetta:



Il sito che è stato appena creato ha un ramo con un oggetto denominato pre-alignment (posizione).

Questo oggetto è il contenitore degli strumenti che forniscono la rototraslazione al sito.

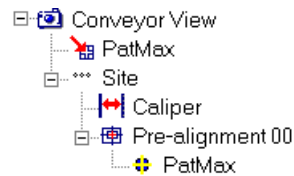
Per stabilire PatMax come riferimento di posizione, trasciniamo l'icona di PatMax e la deponiamo nell'oggetto pre-alignment.



Si noti che questa volta abbiamo trascinato l'icona dal pannello della ricetta (destra) piuttosto che dal pannello sinistro. L'oggetto che compare in pre-alignment è un riferimento all'oggetto PatMax pre-esistente.

### Aggiunta ed apprendimento del calibro

Aggiungiamo ora il calibro nel sito trascinandolo dal pannello sinistro e deponendolo nel sito.



Come la maggior parte degli strumenti, il calibro richiede un apprendimento.

Chiudiamo il dialogo ed iniziamone l'apprendimento.

Posizioniamo la regione rettangolare del calibro perpendicolarmente all'estremità che intendiamo misurare.

Il calibro misura la distanza tra una coppia di bordi.

Dobbiamo assegnare anche in questo caso alcune proprietà utilizzando il dialogo del calibro:

- Dimensione nominale = la dimensione attesa
- Tolleranza dimensionale
- Polarità bordi 1: da chiaro a scuro, 2: da scuro a chiaro.

### Salvataggio della ricetta

Dopo aver collaudato la funzione del calibro salviamo la ricetta selezionando **Save as** dal menù File.

## 6. Strumenti di visione

Questo capitolo introduce gli strumenti di visioni di ProInspect. Gli strumenti di visione analizzano l'immagine per estrarre informazioni utili come la posizione o l'integrità di un oggetto. Gli strumenti forniscono un risultato passa/non passa ed inoltre altre informazioni quali la posizione o la dimensione di un oggetto. Questi dati possono essere comunicati ad un altro sistema o forniti ad altri strumenti. Per esempio l'operatore distanza considera la posizione misurata da due strumenti e ne calcola la distanza.

Gli strumenti di visione sono alla base della potenti capacità di ispezione fornite da ProInspect.

Questo capitolo fornisce una descrizione di base di ciascuno strumento disponibile. Include informazioni sui seguenti strumenti:

- *Search:* uno strumento che misura la posizione di una figura basandosi sulla distribuzione di livelli di grigio.
- *Ricerca bordi:* uno strumento che individua la posizione di un bordo in un'area di ricerca ben definita.
- *Calibro:* uno strumento che individua la posizione di una coppia di bordi e ne misura la distanza. Il calibro è basato sulla tecnica di ricerca bordi.
- *PatMax:* uno strumento che individua la posizione di una figura basandosi sulle sue proprietà geometriche con eccezionali capacità di localizzazione di figure ruotate, con variazioni di scala o degradate ed incomplete.
- *Light Meter:* uno strumento che verifica la distribuzione di livelli di grigio con un modello di riferimento.
- *Blob tool:* uno strumento che individua, conta e misura oggetti o difetti aventi un livello di grigio diverso da uno sfondo.
- *PatInspect:* uno strumento che fornisce sofisticate capacità di ispezione di figure basate sulla tecnologia di PatMax.

### *Per approfondire*

Per una descrizione più approfondita della tecnologia utilizzata negli strumenti di visione questo manuale include in appendice A la guida: "Vision Tool programmer guide".

## 6.1 Search

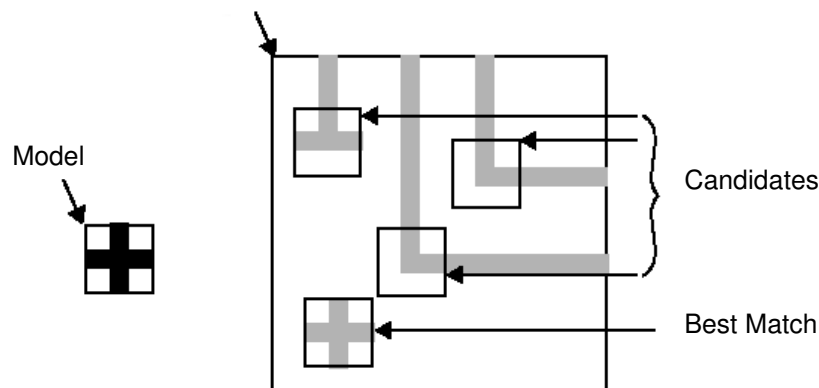
Lo scopo di Search è la localizzazione e la misura di conformità di una o più figure, precedentemente apprese.

L'operazione di ricerca misura il grado di corrispondenza della figura con il modello precedentemente appreso.

Search individua la figura trovando l'area dell'immagine che meglio corrisponde al modello.

La figura 6-2 mostra un modello, un'immagine e le aree che corrispondono al modello. Un modello simile a quello mostrato in fig. 6-1 potrebbe essere usato per localizzare una singola istanza della figura di un marchio di riferimento di un circuito stampato.

**Fig. 6-1 Candidati di Search**



### *Indice di qualità (score)*

Search trova la posizione di una figura in un'area di ricerca basandosi sul modello dell'immagine. Oltre a ritornare la posizione della figura nell'area di ricerca, search indica il livello di corrispondenza della figura nell'area di ricerca con la figura modello ritornando un indice di qualità. L'indice di qualità prende valori da 0, che indica assenza di similarità tra modello ed immagine a 1 indicante corrispondenza completa.

### *Origine*

La posizione della figura è riportata per uno speciale punto denominato "origine". L'origine è normalmente un punto arbitrario scelto nell'apprendimento.

### *Modelli sintetici*

In alternativa a modelli appresi da immagini reali, i modelli sintetici sono generati assumendo una certa forma della figura da ricercare. Per esempio un cerchio o un anello. I modelli sintetici eliminano la necessità dell'apprendimento manuale ed inoltre presentano il vantaggio di avere un punto origine non arbitrario. Per esempio l'origine di un cerchio è stabilita nel suo centro.

### Modelli supportati da ProInspect

ProInspect supporta i seguenti tipi di modello:

- *Search rect (standard):* Modello reale rettangolare. Area di ricerca rettangolare.
- *Search cerchio* Modello reale circolare, area di ricerca rettangolare.
- *Search annulus* Search tool with annular model area and rectangular search area.
- *Search rect sintetico.* Modello sintetico rettangolare, area di ricerca rettangolare.
- *Search cerchio sintetico.* Modello sintetico circolare, area di ricerca rettangolare.

### Parametri di Search

#### Origine programmabile – opzione

Quando questa opzione è abilitata l'origine del modello è assegnata in modo interattivo, indipendentemente dalla posizione della regione modello.

Altrimenti l'origine è impostata al centro della regione modello.

#### Limiti di conformità

<b>Qualità</b>	Il livello di accettabilità dell'indice di qualità. Risultati con indice inferiore a questo limite non sono accettati.
<b>Contrasto</b>	Tolleranza per il contrasto relativo della figura trovata. Risultati con differenza di contrasto superiore a questo limite non sono accettati.

#### Area di ricerca

<b>X, Y Area di ricerca</b>	In caso di ricerca centrata rispetto alla posizione del modello, X e Y, in pixel, definiscono l'area di ricerca attorno alla posizione del modello.
-----------------------------	---

#### Tolleranze

<b>X, Y tolleranze</b>	Tolleranze X e Y applicate al risultato della ricerca. Lo strumento indica un risultato di scarto se lo spostamento del modello, rispetto alla posizione appresa, è maggiore alla tolleranza impostata.
<b>Trascura risultati sui bordi</b>	Opzione di trascurare risultati individuati presso i bordi dell'area di ricerca. Risultati individuati vicino ai bordi sono spesso considerati non affidabili.

#### Numero di risultati

Il massimo numero di risultati atteso dalla ricerca.

**Risultati di Search**

---

<b>Indice di qualità / punteggio</b>	Valore da 0 a 1 indicante il livello di conformità del modello con la figura trovata.
<b>Contrasto</b>	Misura del contrasto relativo al modello. Il valore 1.0 indica contrasto identico al modello. Valori superiori o inferiori indicano contrasto superiore o inferiore. Per esempio 1.5 indica un contrasto del 50 % superiore al modello.
<b>X, Y</b>	Posizione della figura trovata.

---

## 6.2 Ricerca bordi (edge tool)

Lo strumento di ricerca bordi offre una misura estremamente rapida e precisa della posizione di un bordo in un'area di ricerca ben definita.

La ricerca bordi differisce da altri strumenti di ricerca poiché richiede una conoscenza della posizione approssimata dell'oggetto che si intende individuare o misurare.

Lo strumento di ricerca bordi è tipicamente usato per misurare la posizione precisa di dettagli di un oggetto piuttosto che per ottenere informazioni sulla forma di un oggetto.

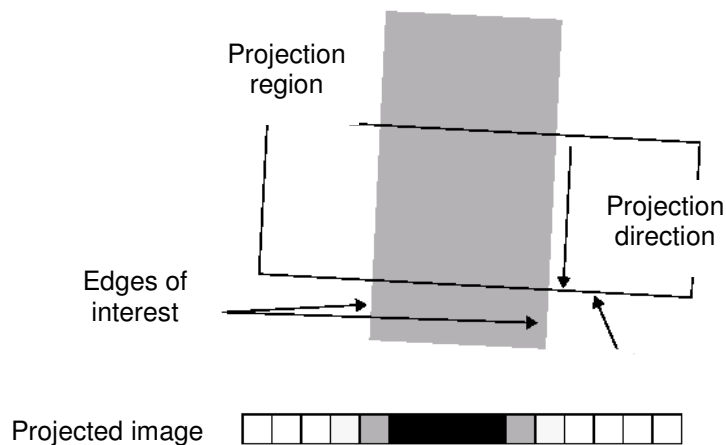
### Proiezioni

Il primo passo nell'usare lo strumento di ricerca bordi consiste nello specificare la regione di proiezione alla quale applicare lo strumento. Lo strumento dipende da una accurata definizione della regione di proiezione utile per isolare l'informazione fornita dal bordo in una piccola regione dell'immagine.

L'operazione di proiezione somma i livelli di grigio della regione di proiezione accentuando la forza di bordi con direzione parallela alla direzione di proiezione.

La figura 6-4 mostra come la proiezione possa accentuare l'informazione del bordo di una immagine bi-dimensionale.

**Fig. 6-2 Proiezione**



### Individuazione del bordo

Lo strumento di ricerca bordi usa la proiezione per produrre una rappresentazione mono-dimensionale della regione considerata. Questa proiezione, in generale, contiene oltre al bordo ricercato, altri bordi causati da rumore e dalla stessa figura misurata. Mediante applicazione di un filtro alla proiezione mono-dimensionale si aumenta la forza dei bordi diminuendo allo stesso tempo il rumore dell'immagine. L'immagine filtrata non assomiglia all'immagine originale, possiede una caratteristica importante: il grafico dell'immagine filtrata rivela dei picchi, negativi e positivi, che corrispondono alle posizioni dei bordi nell'immagine di partenza. Lo strumento usa questi picchi per determinare le posizioni dei bordi nell'immagine originale.

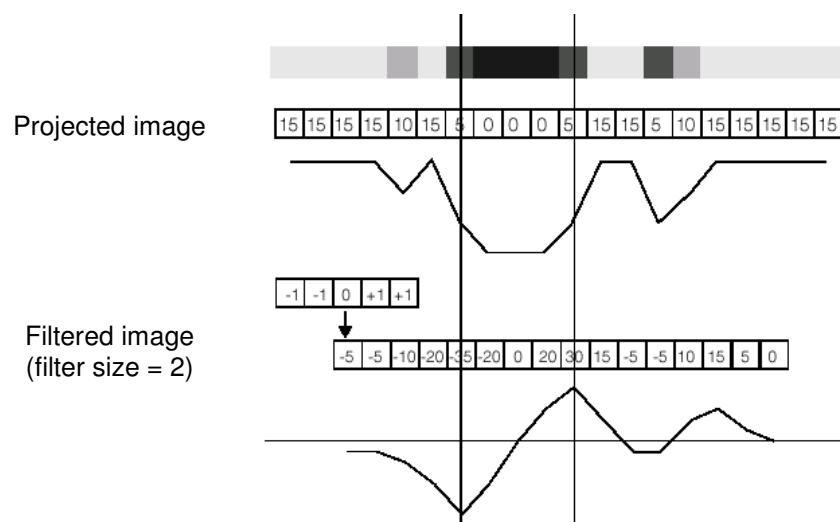


La Figura 6-6 illustra un esempio dove l'immagine contiene due veri bordi insieme a bordi spuri causati da variazioni di intensità attorno ai bordi. Utilizzando un filtro con ampiezza 1, sia i bordi desiderati sia i bordi spuri appaiono nella proiezione filtrata.

**Fig. 6-6 Filtro di ampiezza 1**

La figura 6-8 mostra l'effetto di un filtro di ampiezza 2. I picchi che corrispondono ai bordi ricercati sono più larghi e la maggior parte dei picchi spuri non sono più presenti nell'immagine filtrata.

**Fig. 6-3 Filtro di ampiezza 2**



*Selezione dei bordi*

Una volta che i bordi dell'immagine sono stati individuati, lo strumento di ricerca bordi calcola un indice di qualità per ciascun bordo. L'indice è calcolato applicando una serie di criteri di selezione.

Il metodo di assegnazione dell'indice di qualità si controlla con i seguenti passi:

- Selezionare i criteri attivi
- Regolare il peso (importanza relativa) di ciascun criterio.

Lo strumento calcola un valore separato per ciascun attributo dei bordi candidati. Quindi calcola un indice generale combinando gli indici particolari. Il bordo con l'indice superiore è ritornato come risultato.

**Parametri della ricerca bordi***Tolleranze*

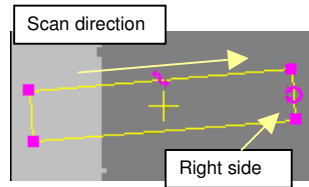
<b>Offset di posizione</b>	Tolleranze X e Y per lo spostamento del bordo trovato, relativo alla posizione nominale (centro della regione), stabilita con l'apprendimento.  Lo strumento ritorna scarto se lo spostamento supera le tolleranze.
<b>Limite dell'indice di qualità</b>	Limite di accettazione dell'indice di qualità del bordo, calcolato in base ai criteri selezionati.

*Parametri di ricerca*

<b>Polarità del bordo</b>	La polarità attesa del bordo. La polarità può avere le seguenti impostazioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Da chiaro a scuro</li> <li>• Da scuro a chiaro</li> <li>• Irrilevante</li> </ul> <p>Solo i bordi con la polarità specificata sono valutati. Tutti i bordi sono valutati nel caso di impostazione di polarità "irrelevante"</p> <p>La direzione di ricerca è rilevante per definire la polarità del bordo. Si veda la nota alla fine di questa sezione.</p>
<b>Soglia di contrasto</b>	Il contrasto, in livelli di grigio, al di sopra del quale una transizione è considerato un bordo rilevante. Le transizioni sotto questa soglia non sono valutate.
<b>Ampiezza filtro</b>	L'ampiezza del filtro utilizzata per l'individuazione dei bordi.

Nota: Lo strumento segue questa convenzione per definire le polarità dei bordi: La direzione dei bordi è da sinistra a destra. Il lato sinistro è definito ad angolo 0. I lati possono essere invertiti ruotando la regione di 180°. Il lato destro è indicato dalla maniglia di rotazione del cursore.

**Fig. 6-4 Scan direction**



*Parametri per la selezione del bordo*

L'abilitazione dei criteri descritti in questa sezione stabilisce i criteri utilizzati per la valutazione/selezione del bordo.

Il valore dell'indice attribuito a ciascun criterio può dipendere dal suo valore atteso. Per esempio:

- contrasto=100, contrasto atteso=100, peso=1 indice=1.0 (bordo perfetto)
- contrasto=100, contrasto atteso=200, peso=1 indice=1.0

Il valore atteso del contrasto è assegnato nella pagina dei parametri di ricerca. Il valore atteso della posizione è assegnato implicitamente in base alla regione di ricerca ed alla variante del criterio di posizione

- centrata: al centro della regione di ricerca
- posizione vicina: all'inizio della regione (=0)
- lontana: alla fine della regione (= lunghezza della regione)

<b>Criterio</b>	<b>variante</b>	<b>descrizione</b>
<b>Contrasto</b>	Forte	Il bordo più forte prende la valutazione più alta
	Debole	Il bordo più debole prende la valutazione più alta
	Speciale	Funzione di valutazione liberamente programmabile. (vedere appendice A per dettagli)

<b>Posizione</b>	Centrata	I Bordi vicini al centro prendono valutazione più alte. L'indice decresce con la distanza dal centro.
	Vicina	I Bordi più a sinistra della regione di ricerca prendono valutazione più alte. L'indice decresce con la distanza dal lato sinistro.  Si veda la precedente sezione per una definizione del lato sinistro.
	Lontana	I Bordi più lontani dal lato sinistro della regione di ricerca prendono valutazione più alte. L'indice cresce con la distanza dal lato sinistro.  Si veda la precedente sezione per una definizione del lato sinistro.
	Custom	Funzione di valutazione liberamente programmabile. (vedere appendice A per dettagli)

### ***Risultati ricerca bordi***

<b>Indice di qualità</b>	Indice di qualità del bordo. Valore da 0 a 1 indicante il livello di conformità con i criteri impostati.
<b>Contrasto</b>	Contrasto in livelli di grigio
<b>Posizione</b>	Posizione (x, y) del bordo trovato.

### 6.3 Calibro

Il calibro usa la tecnica descritta per lo strumento di ricerca bordi applicata a coppie di bordi. Il calibro misura la posizione e la distanza di coppie di bordi in una ben definita area di ricerca.

Il calibro differisce dallo strumento di ricerca bordi poiché individua coppie di bordi piuttosto che singoli bordi. Ricercando coppie di bordi tiene conto dell'informazione aggiuntiva della distanza tra i bordi.

La tabella seguente descrive le impostazioni e i risultati del calibro. La maggior parte delle informazioni sono identiche allo strumento di ricerca bordi.

*Parametri per la selezione dei bordi*

<b>Criterio</b>	<b>variante</b>	<b>descrizione</b>
<b>Contrasto</b>	Forte	Il bordo più forte prende la valutazione più alta
	Debole	Il bordo più debole prende la valutazione più alta
	Speciale	Funzione di valutazione liberamente programmabile. (vedere appendice A per dettagli)
<b>Posizione</b>	Centrata	I Bordi vicini al centro prendono valutazione più alte. L'indice decresce con la distanza dal centro.
	Vicina	I Bordi più a sinistra della regione di ricerca prendono valutazione più alte. L'indice decresce con la distanza dal lato sinistro.  Si veda la precedente sezione per una definizione del lato sinistro.
	Speciale	Funzione di valutazione liberamente programmabile. (vedere appendice A per dettagli)
<b>Dimensione – ( distanza tra i due bordi)</b>	Giusta	Le coppie di bordi con distanza più vicina al valore atteso prendono valutazioni migliori.
	Maggiore	Le coppie di bordi con distanza superiore al valore atteso prendono valutazioni migliori.
	Inferiore	Le coppie di bordi con distanza inferiore al valore atteso prendono valutazioni migliori.
	Speciale	Funzione di valutazione liberamente programmabile. (vedere appendice A per dettagli)

**Risultati del calibro**

<b>Indice di qualità</b>	Indice di qualità del bordo. Valore da 0 a 1 indicante il livello di conformità con i criteri impostati.
<b>Contrasto</b>	Contrasto in livelli di grigio
<b>Posizione</b>	Posizione (x, y) del bordo trovato.
<b>Dimensione</b>	Distanza tra i bordi

## 6.4 PatMax

Analogamente ad altre tecniche di localizzazione di figure, PatMax apprende un modello della figura da cercare e in un'area di ricerca trova una o più istanze di questa figura.

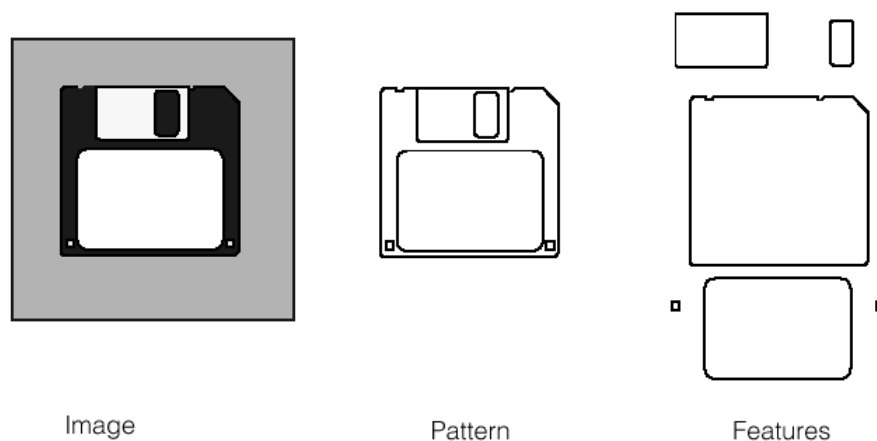
PatMax offre tre fattori chiave che lo distinguono da altre tecnologie di ricerca disponibili nella visione artificiale:

- Localizzazione ad alta velocità di oggetti la cui figura è ruotata ed ha avuto cambiamenti di scala.
- La tecnica di ricerca è basata sulla “forma” degli oggetti, piuttosto che sulla distribuzione di livelli di grigio.
- Grandissima accuratezza

PatMax è diverso da altre tecnologie di ricerca poiché non è basato su una rappresentazione a griglia di pixel che non può essere efficientemente ruotata o ridimensionata. PatMax usa una rappresentazione basata su caratteristiche dei contorni che possono essere trasformate accuratamente e velocemente.

La figura 6-5 mostra una immagine, la figura corrispondente e le caratteristiche che compongono la figura.

**Fig. 6-10 Immagine, figura e caratteristiche**



Nota: la figura è costituita da caratteristiche e da relazioni spaziali tra queste caratteristiche.

### Comprendere le trasformazioni di figura

La figura di un oggetto in una immagine può variare in diversi modi. PatMax è in grado di trovare figure che hanno subito le seguenti trasformazioni rispetto al modello:

- Dimensione (variazioni omogenee o variazioni diverse per asse x e asse y)
- Rotazioni
- Posizione

PatMax trova la figura in presenza di qualsiasi combinazione delle trasformazioni che la figura originale ha subito. E' possibile limitare PatMax a considerare solo certi gradi di libertà ed intervalli definiti per ciascuna trasformazione.

Così facendo si migliora la robustezza si riduce il tempo della ricerca.

Per ogni istanza della figura ricercata, PatMax ritorna la posizione e la misura di ciascun grado di libertà considerato. Inoltre PatMax determina un indice di qualità da 0.0 a 1.0 che fornisce una indicazione del grado di correlazione degli oggetti trovati con il modello.

## Principi di PatMax

Questa sezione fornisce un'introduzione dei principi di funzionamento di PatMax utile per comprendere come ottenere il massimo da questo strumento.

## Caratteristiche di PatMax

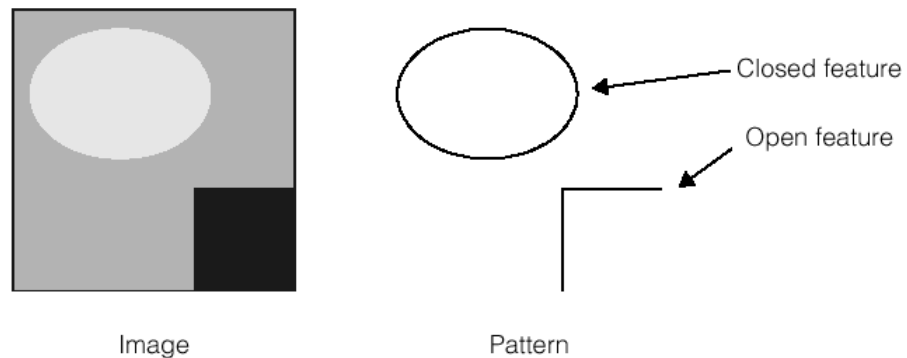
Quando apprende un modello da un'immagine, PatMax costruisce una rappresentazione interna della figura. La figura è ridotta ad una serie di forme distinte chiamate "caratteristiche". Le caratteristiche sono fatte da serie di pixel contigui appartenenti a confini tra regioni aventi livelli di grigio differenti.

Una figura per PatMax è una collezione di caratteristiche. Quando si apprende un modello, PatMax isola tutte le caratteristiche dell'immagine

Una caratteristica è definita come un confine continuo tra regioni aventi pixel diseguali. Una caratteristica può essere aperta o chiusa.

La figure. 6-11 mostra esempi di caratteristiche aperte o chiuse.

**Fig. 6-11 Caratteristiche aperte e chiuse**



Una caratteristica di PatMax è rappresentata da una lista ordinata di punti di contorno.

Un punto di contorno ha una posizione ed un orientamento mediante il quale si collega ai punti vicini del contorno.

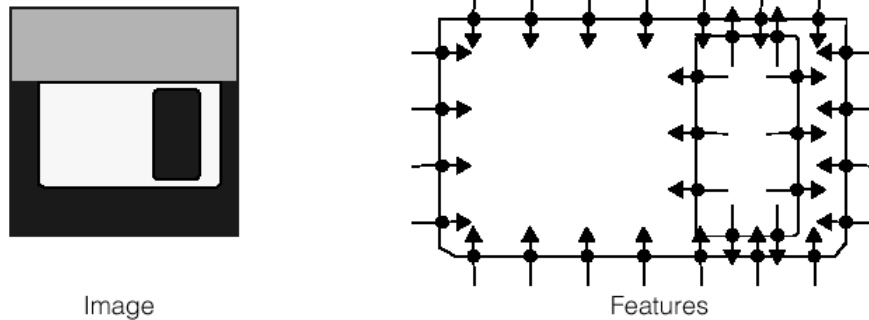
La posizione di un punto di contorno è un punto attraverso il quale passa la caratteristica.



L'angolo di un punto di contorno è un angolo definito rispetto all'asse orizzontale dell'immagine della linea perpendicolare al contorno, verso la direzione scuro-chiaro.

La figura 6-12 mostra i punti di contorno che definiscono una coppia di caratteristiche.

**Fig. 6-62 Punti di contorno di caratteristiche**



### Dimensione delle caratteristiche e granularità delle figure

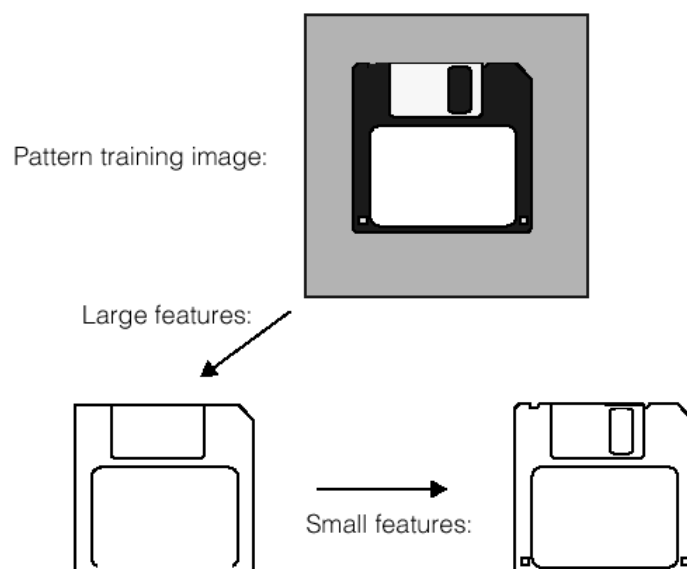
Le caratteristiche che costituiscono una figura possono avere diverse dimensioni. Da alcuni pixel a 50 o 100 pixel. La maggior parte delle immagini contiene caratteristiche aventi certi intervalli di dimensioni.

PatMax usa caratteristiche di diverse dimensioni per cercare le figure.

In generale PatMax usa caratteristiche grandi per trovare rapidamente le figure e caratteristiche piccole per localizzare con precisione l'oggetto.

### Caratteristiche di un'immagine

**Fig. 6-7 Grandi caratteristiche sono usate per la ricerca rapida e caratteristiche piccole sono usate per la localizzazione precisa**



Le caratteristiche che PatMax individua nell'immagine sono controllate dal valore di granularità. Per individuare solo caratteristiche grandi PatMax usa il valore di granularità "grossa". Per individuare le caratteristiche piccole PatMax usa il valore di granularità "fine".

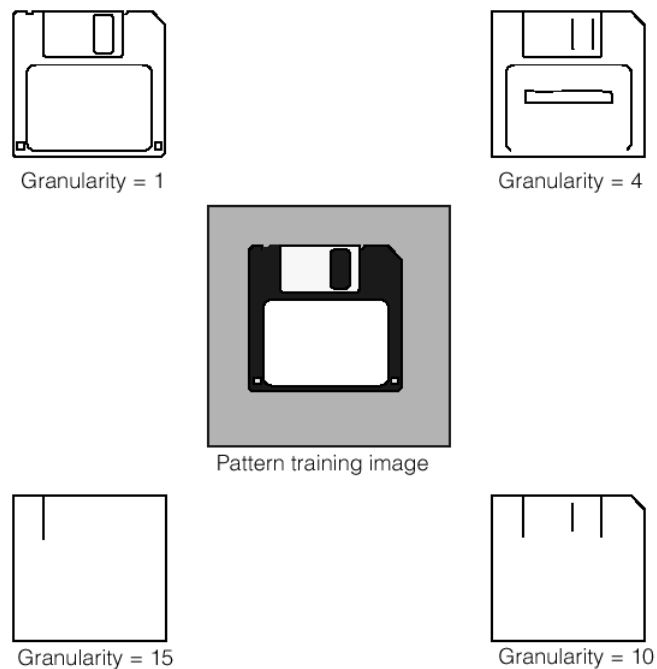
La granularità è espressa come il raggio in pixel nel quale le caratteristiche sono individuate.

La figura 6-13 illustra due aspetti della granularità:

- Grandi caratteristiche come il bordo esterno del dischetto sono individuate con entrambi le granularità.
- Caratteristiche più piccole sono assenti o presenti a seconda dell'impostazione di granularità.

In alcuni casi una caratteristica può essere presente a granularità fine e granularità grossa ma essere assente a granularità intermedia.

**Fig. 6-8 Granularità di una figura**



Alla granularità più piccola, la figura appresa include una o due caratteristiche per ciascuna lettera dell'etichetta. Crescendo il valore di granularità, il numero di caratteristiche decresce.

Oltre a determinare le caratteristiche incluse in una figura, il valore di granularità influenza la distanza tra punti di contorno che compongono una caratteristica. La distanza è approssimativamente pari alla granularità della figura.

PatMax usa un intervallo di granularità quando apprende un modello dall'immagine.

PatMax determina automaticamente i valori di granularità ottimali. Il limite di granularità inferiore è denominato granularità "fine". Il limite di granularità superiore è denominato granularità "grossa".

Nota: PatMax apprende il pattern usando un intervallo di granularità, non solo la granularità grossa e la granularità fine.

## Polarità di una figura

Ciascun punto del contorno che descrive una caratteristica della figura ha una polarità. La polarità di un punto indica se il bordo può essere caratterizzato come da chiaro a scuro o da scuro a chiaro. E' possibile configurare PatMax per trovare solo oggetti con punti di contorno aventi la stessa polarità del modello oppure scegliere di ignorare la polarità.

## Come PatMax trova figure in un'immagine

Questa sezione descrive come PatMax trova e riporta istanze del modello nell'immagine di ricerca.

## Spazio di ricerca

Quando si ricerca con PatMax una figura in un'area di ricerca si definisce uno spazio di ricerca. Lo spazio è determinato dai gradi di libertà impostati e dagli intervalli ammessi per ciascun grado di libertà.

Quando PatMax esegue la ricerca, ritorna la trasformazione che descrive come trasformare il modello nell'istanza della figura trovata. Si può usare questa informazione in due modi:

- Come una trasformazione che può essere usata per convertire qualsiasi posizione dell'immagine di riferimento nell'immagine ricercata.
- Come valori che rappresentano la posizione della figura

Con PatMax si possono ottenere risultati per ogni grado di libertà abilitato oppure una singola trasformazione che rende possibile trasformare punti dall'immagine del modello all'immagine ricercata.

## Indice di qualità

Per ciascuna istanza del modello appreso trovata nell'area di ricerca, PatMax misura un indice di qualità generale con valore da 0 a 1. Il valore 1 indica perfetta corrispondenza con il modello. Il valore 0 indica completa assenza di corrispondenza. Quando si imposta la variante "PatQuick" dell'algoritmo nel calcolare l'indice di qualità, è considerato il grado di correlazione delle caratteristiche che corrispondono al modello. Quando si imposta l'algoritmo PatMax è possibile tener conto anche della presenza di caratteristiche estranee rispetto al modello.

Nel determinare la qualità, PatMax considera esclusivamente la forma della figura, differenze in luminosità e contrasto sono ignorate (sino a quando non influenzano la polarità del contorno).

## Contrasto

Oltre all'indice generale di qualità, PatMax ritorna la misura di contrasto delle figure trovate. Il contrasto è la differenza media di livello di grigio per tutti i punti di contorno considerati.

Poiché l'indice di qualità è una misura indipendente dalla conformità del contrasto, la misura di contrasto consente di valutare se la differenza di contrasto rispetto al modello ha un livello accettabile.

## **Indice di correlazione, Indice di ricoprimento, Indice di estraneità**

PatMax ritorna tre indici aggiuntivi per ciascuna figura trovata: l'indice di correlazione, l'indice di copertura e l'indice di estraneità.

### **Indice di correlazione**

L'indice di correlazione è una misura del grado di corrispondenza rispetto al modello relativa alla forma dell'oggetto trovato rispetto al modello.

L'indice di correlazione è calcolato prendendo la radice quadrata della somma delle distanze pesate di ciascun punto di contorno del modello con i corrispondenti punti della figura trovata.

### **Indice di ricoprimento**

L'indice di copertura è una misura del grado in cui i dettagli del modello sono presenti nella figura trovata.

L'indice di copertura è calcolato determinando la proporzione del modello che ha punti corrispondenti con la figura trovata. Se tutte le caratteristiche del modello sono presenti nella figura trovata l'indice di copertura è 1.

L'indice di copertura permette di l'integrità o l'assenza di occlusione nella figura trovata.

### **Indice di estraneità**

L'indice di estraneità è una misura del grado di presenza, nella figura trovata, di caratteristiche estranee, non presenti nel modello.

Un indice di estraneità di 0 indica che la figura trovata è priva di caratteristiche non presenti nel modello. Un indice di estraneità di 1 indica che per ogni caratteristica corrispondente è stata rilevata una caratteristica estranea. L'indice di estraneità può essere superiore a 1.

## **Controllo della ricerca di PatMax**

Questa sezione descrive come controllare la ricerca di PatMax.

### **Gradi di libertà**

Quando si esegue una ricerca con PatMax, per ogni grado di libertà oltre le traslazioni XY, quali rotazioni, scala, deformazioni XY occorre specificare:

- Abilitazione o disabilitazione
- Se il grado di libertà è abilitato, l'intervallo ammissibile. PatMax troverà occorrenze del modello entro l'intervallo specificato e riporterà il valore per il grado di libertà.

Per ogni grado di libertà abilitato PatMax richiede un tempo di esecuzione aggiuntivo. Inoltre tolleranze più ampie aumentano il tempo di esecuzione.

Infine PatMax potrebbe ritornare posizioni che si trovano leggermente al di fuori della zona di tolleranza specificata. Per esempio se si specifica una scala tra 0,95 e 1,05 PatMax potrebbe misurare una scala di 0,91 o 1,09.

## Elasticità

Tipicamente PatMax richiede che ogni punto di contorno della figura ricercata corrisponda con precisione al corrispondente punto del modello. PatMax ha la capacità di identificare trasformazioni geometriche come variazioni di scala (assumendo che si abilitino i relativi gradi di libertà).

Quando una figura subisce deformazioni non lineari, PatMax potrebbe non riuscire ad identificarle e ritornare indici di correlazioni bassi o posizioni non precise.

E' possibile tollerare un certo grado di deformazione della figura rispetto al modello specificando il valore di elasticità. Il valore di elasticità, in pixel, indica il grado di tolleranza ammissibile sulla distanza dei punti della figura trovata rispetto ai corrispondenti del modello.

In generale si specifica un valore di elasticità diverso da zero se si attendono deformazioni della figura nelle immagini ricercate.

I seguenti punti devono essere considerati nel caso si assegni una elasticità diversa da zero:

- Il valore di elasticità non influenza il tempo di esecuzione
- Aumentare il valore di elasticità non implica una precisione inferiore del risultato di PatMax. Tuttavia la presenza di deformazioni della figura trovata rispetto al modello può comportare un risultato meno accurato.
- Se il valore di elasticità è troppo basso è possibile che PatMax fallisca la ricerca o fornisca indici di correlazioni bassi.
- Se il valore di elasticità è troppo alto è possibile che PartMax trovi oggetti diversi dal modello o ritorni risultati imprecisi o instabili.

In generale si suggerisce di partire con il valore di elasticità a zero e di aumentarlo lentamente sino ad ottenere risultati di ricerca soddisfacenti.

## Ignora particolari estranei nel calcolo dell'indice di qualità

E' possibile richiedere a PatMax di ignorare la presenza di particolari estranei. In questo caso l'indice di qualità non è influenzato dalla presenza di particolari estranei rispetto al modello.

Nota: questa possibilità non è offerta dalla versione PatQuick dell'algoritmo.

## Uso di PatMax

Questa sezione descrive come usare PatMax.

## Aspetti da considerare nell'apprendimento dei modelli

### Immagini

Quando apprende un modello, PatMax considera tutte le informazioni della figura usata. Di conseguenza è indispensabile non includere nel modello dettagli che non saranno presenti nelle immagini ricercate.

Un'immagine deve contenere dettagli riconoscibili per essere usata come modello. Per ottenere i migliori risultati si considerino le seguenti linee guida nel selezionare la figura modello:

- La figura dovrebbe contenere particolari fini e grossi
- La figura deve contenere dettagli che variano in tutti i gradi di libertà abilitati. Per esempio un cerchio non possiede informazioni utili per l'individuazione dell'angolo. In questo caso è opportuno disabilitare il grado di libertà della rotazione.

## Parametri di PatMax

I parametri di PatMax sono descritti in seguito suddivisi nelle diverse pagine del dialogo di regolazione.

### Pagina PatMax

La pagina PatMax contiene parametri generali relativi alla ricerca ed alle tolleranze.

#### Origine programmabile

Se questa opzione è abilitata, l'origine del modello è assegnata interattivamente durante l'apprendimento. Altrimenti l'origine è definita nel centro della regione modello.

Nota: l'origine è un punto arbitrario del modello. Il risultato XY della ricerca è la posizione di questo speciale punto della figura nell'immagine ricercata.

#### Intervallo di ricerca

<b>Modo</b>	Definisce uno dei possibili modi per definire l'area di ricerca.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intera immagine</li> <li>• Centrato</li> </ul> <p>L'area di ricerca è centrata rispetto alla posizione del modello stabilita con l'apprendimento. La dimensione della regione è definita dai campi intervallo XY.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Libera</li> </ul> <p>L'area di ricerca è definita interattivamente con l'operazione di apprendimento</p>
<b>Intervallo XY</b>	Il valore di X e Y definisce l'ampiezza dell'area di ricerca nel caso di ricerca centrata.

#### Tolleranze

Lo strumento PatMax determina lo scarto o il fallimento della ricerca nel caso la misura di posizione superi le tolleranze descritte nella seguente tabella:

<b>Spostamento posizione</b>	Tolleranza sullo spostamento della figura trovata relativo alla posizione del modello.
<b>Rotazione</b>	Rotazione relativa all'orientamento del modello.

#### Numero di risultati

Il massimo numero di risultati ricercati e riportati.

## Pagina allineamento

La pagina di allineamento contiene parametri che influenzano l'algoritmo di ricerca.

### Parametri di conformità

<b>Elasticità</b>	Grado di tolleranza alle deformazioni dei contorni della figura rispetto al modello.
<b>Indice di qualità (punti)</b>	Livello minimo accettabile per l'indice di qualità globale della ricerca.
<b>Contrasto</b>	Tolleranza sul contrasto della figura trovata rispetto al modello. La ricerca fallisce se la variazione di contrasto è superiore alla tolleranza specificata.
<b>Completezza</b>	Livello minimo accettabile per l'indice di completezza.
<b>Estraneità</b>	Livello minimo accettabile per l'indice di estraneità.
<b>Conformità</b>	Livello minimo accettabile per l'indice di forma.
<b>Usa estraneità per punteggio</b>	Se abilitato, la presenza di dettagli estranei rispetto al modello è considerata nel valutare l'indice di qualità.

### Tolleranze di ricerca

<b>Angolo</b>	Intervallo di ricerca dell'angolo in gradi. Intervallo ammissibile +/- 180.
<b>Scala</b>	Intervallo di ricerca della scala. Il valore è espresso relativamente alla scala del modello. (per esempio 1,2 indica un incremento di scala di 0,2)

### Granularità

<b>Selezione automatica</b>	Se abilitato, il sistema stabilisce i valori ottimali dei limiti di granularità durante l'apprendimento. In some cases it is
<b>Fine</b>	Limite inferiore (fine) della granularità
<b>Grossa</b>	Limite superiore (grossa) della granularità

### Selezione algoritmo

<b>Allineamento</b>	Specifica la variante dell'algoritmo di ricerca. <ul style="list-style-type: none"> <li>PatQuick Variante veloce ed incompleta dell'algoritmo PatMax. PatQuick fornisce i medesimi risultati di base ma non comprende le misure separate degli indici di conformità: completezza, estraneità, conformità. PatQuick in alcune situazioni fornisce una precisione inferiore rispetto a PatMax.</li> <li>PatMax PatMax completo</li> </ul>
---------------------	---



**Risultati di PatMax**

---

<b>Punti</b>	Indice di qualità globale della figura trovata. Valore da 0 a 1.
<b>Contrasto</b>	Misura del contrasto della figura trovata relativo al modello. Il valore indica il rapporto tra contrasto della figura trovata e contrasto del modello. Per esempio contrasto di 1,2 indica un contrasto del 20% superiore al modello.
<b>Indice di conformità</b>	Misura del grado di correlazione della figura trovata rispetto al modello. Questa misura non tiene conto di eventuali dettagli estranei. Valore da 0 a 1.
<b>Indice di completezza</b>	Misura del grado di completezza della figura trovata rispetto al modello. Valore da 0 a 1.
<b>Indice di estraneità</b>	Misura della presenza di particolari estranei rispetto al modello. Valore da 0 a 1.
<b>X, Y</b>	Posizione della figura trovata. La posizione ritornata è relativa ad un punto arbitrario del modello denominato "origine".
<b>Angolo</b>	Angolo della figura trovata rispetto al modello.

---

## 6.5 PatInspect

The purpose of PatInspect is to detect defects. PatInspect creates the template image of an object from a sample of training images and then compares run-time images of the object against the template image. For PatInspect, a defect is any change in the run-time image that is beyond the expected variation in the training sample. A defect can be an erroneous or unwanted mark on an object, an incorrectly shaped feature, or the absence of a feature.

PatInspect detects defects according to two distinct modes:

- Intensity difference inspection
- Feature difference inspection

### ***Intensity Difference Inspection***

Intensity difference detects differences in grey-scale pixel value between the trained image and a run-time image. Intensity difference includes support for image normalization so that grey-scale pixel value differences caused by lighting variations are not marked as differences.

### ***Feature Difference Inspection***

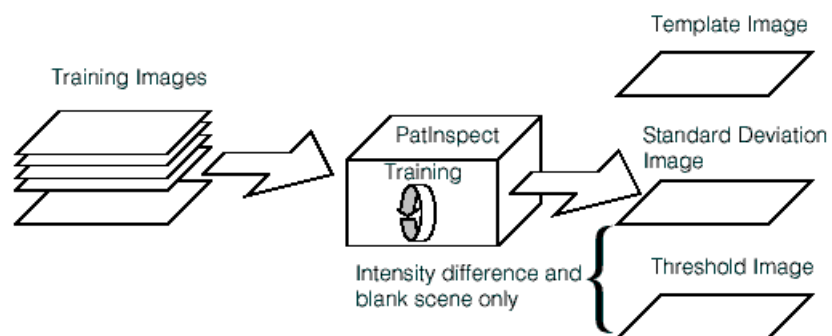
Feature difference detects defects based on difference in feature position, shape, or size between the trained image and the run-time image. Feature difference mode is immune from both uniform and non-uniform intensity differences. Feature difference is also capable of detecting sub-pixel-sized defects.

Figure 5.1 shows an example of the intensity differences and feature differences between two images. The folded corner of the diskette label creates two regions within the image that have different intensity levels. These regions are apparent in the intensity difference image.

## ***Training***

During this phase you supply PatInspect with a sample of acceptable instances of the image that you want to inspect at run-time. For intensity difference and blank scene inspection the output of this phase consists of a template image, a standard deviation image and a threshold image. For feature difference inspection the output is just a template image (see Figure 6-16).

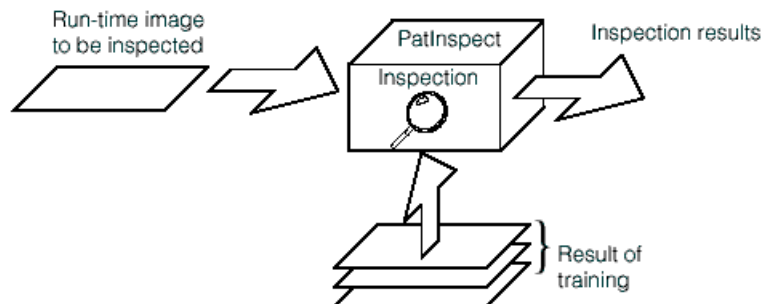
**Fig. 6-9 Overview of training**



### ***Run-time Inspection***

During run-time inspection PatInspect uses the information acquired during training to inspect a run-time image (see Figure 6-17).

**Fig. 6-10 Overview of run time inspection**



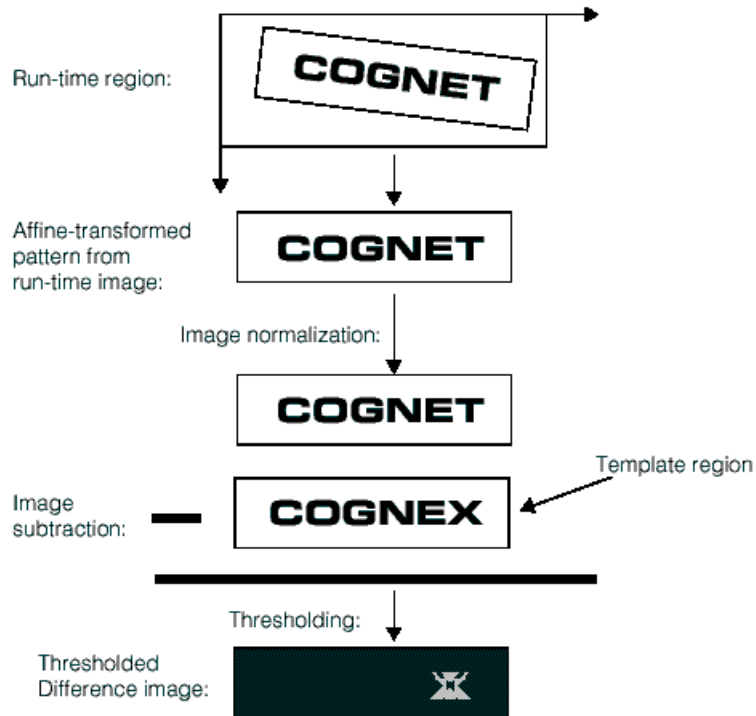
### **Intensity Difference Inspection**

PatInspect intensity difference inspection follows these steps:

1. PatMax locates the alignment region in the run-time image unless you provide an external pose.
2. The run-time region is transformed to be aligned with the corresponding template region.
3. The transformed run-time region is normalized to the template region using a method that you specify.
4. The normalized run-time region is subtracted from the template region to produce a difference region
5. The threshold region is applied to the difference region.
6. The resulting "error image" is segmented into connected defects

Figure 6-18 provides a summary of the steps involved in PatInspect intensity difference inspection. In the example the template region contains the string “COGNEX” while the corresponding run-time inspection region contains the string “COGNET”.

**Fig. 6-11 PatInspect Intensity difference inspection**



**Inspection results and decision**

The final result of PatInspect is the count of defects and the area for each defect.

Defects are distinguished in “major” and “minor” defects based on their size. Major defects have a size above a major limit. Minor defects have a size below the major limit and above a minor limit. Defects below the minor limit are neglected.

The pass/fail decision is then taken as described by the following table:

Major defect count > 0	Fail
No major defect, Minor defect count > limit	Fail
No major defect, minor defect count < limit	Pass

## PatInspect settings

PatInspect has two types of settings.

- alignment parameters that are identical to the PatInspect tool.
- Inspection parameters\

Refer to the PatInspect chapter for a description of the alignment parameters.

Inspection parameters are described in the following table.

### Intensity Inspection settings

<b>Threshold – Sensitivity to defect intensity</b>	Sensitivity index for the intensity of defects. An higher index corresponds to higher sensitivity. The intensity of a defective pixel is a difference in gray levels between the model and the inspected pattern.
<b>Dimension</b>	Sensitivity index for the size of defects. An higher index corresponds to higher sensitivity.
<b>Max number of (defect) areas</b>	Limit for the count of minor defects.
<b>Major defect area</b>	Limit for the size of defect. Defect larger than this limit are deemed as “major defect”

### Boundaries inspection settings

Not enabled in this software version

### Normalization

<b>Normlization mode</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• None / Identity</li> </ul>	No normalization is carried out
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Histogram</li> </ul>	<p>Derive the pixel map from the histogram calculated during training.</p> <p>A histogram of the run-time region is generated and compared to the histogram calculated during training. The mapping is constructed so that the histograms match. (That is, at any bin in the histogram of the run-time region, the total number of pixels with a value less than or equal to that bin number equals the total number of pixels in the training histogram with such a value, within a round-off tolerance).</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mean and std deviation</li> </ul>	<p>Derive the pixel map from the mean and standard deviation of the pixel grey-scale values calculated during training.</p> <p>The mapping is constructed so that the mean and standard deviation of the normalized run-time region will match the mean and standard deviation from training.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tails</li> </ul>	<p>Tails matching: Derive the pixel map from the left and right tails calculated during training.</p> <p>The tails are outlying points (representing grey-scale values) on the left and right ends of a histogram beyond which grey-scale values are considered unreliable;</p>

---

grey-scale values outside the tails are discarded before the mapping is done. The range of grey-scale values between the tails of the test image's histogram is linearly mapped to the range between the tails of the training histogram.

---

### ***PatInspect results***

PatInspects reports alignment results identical to PatMax.

In addition the system reports the count and the area of the larger defect found.

## 6.6 Blob tool

This chapter describes Blob, a vision tool that provides advanced blob analysis of images. This chapter contains the following sections.

The blob tool is used to detect and measure two-dimensional shapes (blobs) within images.

Blob analysis can provide your application with information about the number, location, shape, and orientation of blobs within an image.

### Image Segmentation

Since blob analysis is fundamentally a process of analyzing the shape of a closed object, before blob analysis can be performed on an image, the image must be segmented into those pixels that make up the blob being analyzed, and those pixels that are part of the background.

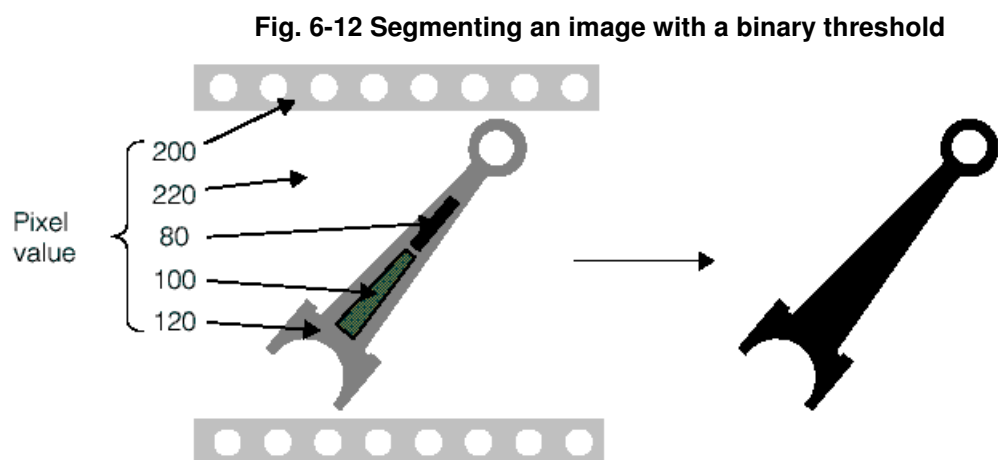
In general, all images that are used for blob analysis start out as grey-scale images of scenes. While it might be easy for a human observer to identify blobs or objects within the scene, before blob analysis can analyze the image, each pixel in the image must be assigned as an object pixel or a background pixel. Typically object pixels are assigned a value of 1 while background pixels are assigned a value of 0.

Several techniques can be used to segment images into object pixels and background pixels. The following sections describe these techniques.

### Binary Thresholding

The simplest technique for segmenting an image is to pick a threshold pixel value. All pixels with grey-scale values below the threshold are assigned as object pixels, while all pixels with values above the threshold are assigned as background pixels. This technique is called binary thresholding or hard thresholding.

Figure 6-17 shows an idealized scene, the application of a hard threshold, and the resulting segmentation of the image into object and background pixels. In the example below, a threshold value of 150 was used. All pixels with values greater than or equal to 150 are treated as background; all pixels with values less than 150 are treated as object.



## **Regional thresholding**

Binary thresholding, although a simple and fast method has several drawbacks.

Binary threshold works well with high contrast blobs and images with a homogeneous background level.

In addition it cannot cope with variations of light or reflectivity of the parts.

An alternative method of thresholding with better performances in case of non homogeneous background and light variations is called regional thresholding.

With the regional thresholding the level of a pixel is checked against a neighborhood of pixels instead of a fixed threshold.

There are two variants of regional thresholding.

### *Unsigned difference*

With unsigned difference the absolute value of the difference between the pixel level and a weighted average of its neighbors is taken into account. This method provides slightly higher speed but cannot distinguish the color of the blobs. The threshold value has the dimension of a grey level (from 0 to 255).

### *Signed difference*

Signed difference take into account the sign of the difference. Thus it can distinguish blobs having levels above or below the background. The thresholds in this case are two signed values (up to +127 for white blobs, down to -127 for black blobs).

## **Model difference**

Model difference is different from other segmentation techniques in that it uses a model image of the region of interest stored at train time. The difference between the model and the run time image is compared to a fixed threshold. Model difference is the segmentation method more suited to images having a background pattern. However a fine alignment is required to inspect scenes with strong patterns. Consider also the PatInspect tool for this purpose.

## **Connectivity Analysis**

Once an image has been segmented into object pixels and background pixels, connectivity analysis must be performed to assemble object pixels into connected groups of object pixels or blobs.

Connectivity analysis uses connectivity criteria to assemble the object pixels within the image into discrete, connected blobs. In general, connectivity analysis is performed by joining all contiguous object pixels together to form blobs. Object pixels that are not contiguous are not considered to be part of the same blob.

## **Properties of Blobs**

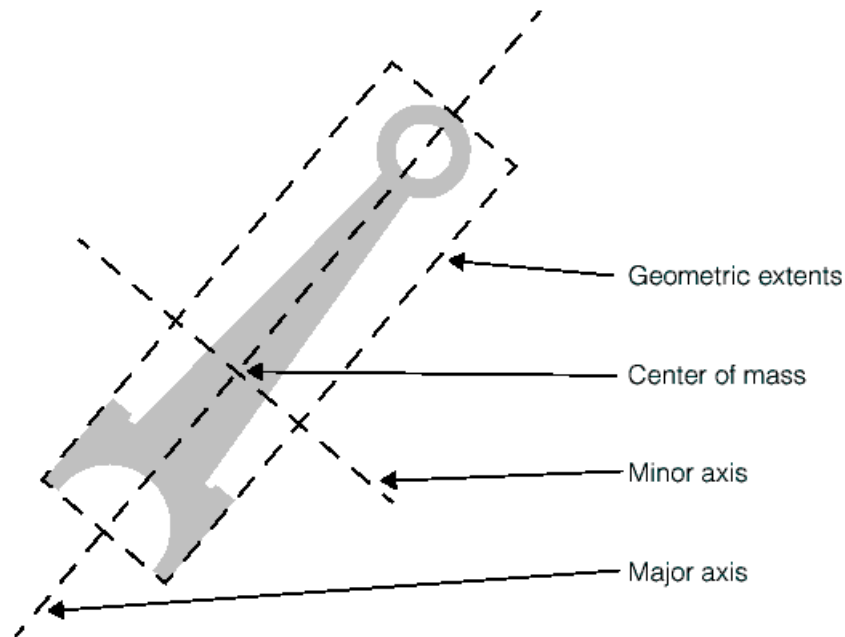
Once an image has been segmented, and the blob or blobs have been located and identified, an application can begin to consider information about the blob or blobs.

A blob is an arbitrary two-dimensional shape. The shape of a blob can be described using a number of different measures. The measures that the Blob tool returns are depicted in the following sections.



Figure 6.18 illustrates the geometric properties of a blob.

**Fig. 6-13 Blob geometric properties**



#### *Area*

The area of a blob is defined as the sum of the weighted pixel values for every nonzero pixel in the blob. If a hard binary threshold was applied to the image to segment it, then the area is simply the number of nonzero pixels in the blob. If grey-scale analysis is being performed, then the area is the sum of the pixel weights.

#### *Perimeter*

The perimeter of a blob is the length of the outside edge of the blob. A blob's perimeter is computed by counting the number of pixel edges between pixels with nonzero values and pixels with values of 0.

Because computing the perimeter in this way tends to produce a perimeter that is larger than the actual blob perimeter, a correction factor is applied to the perimeter.

#### *Center of Mass*

The center of mass of a blob represents the blob's balance point. If a sheet of a uniform material were cut out in the shape of the blob, the point upon which the blob would balance is the center of mass.

The center of mass is computed by determining the average weighted pixel location for each pixel in the blob in the x-axis and y-axis.

#### *Principal Axes*

The major axis of a blob is the axis about which it would be the easiest to spin the blob. The major axis of a blob always passes through the blob's center of mass. The minor axis of a blob is defined as the axis through the center of mass about which the second moment of inertia is the largest. The minor axis of a blob is the axis about which it would be the hardest to spin the blob. The minor axis of a blob is always a line that is at 90 ° to the major axis passing through the center of mass. Together, the major and minor axes are referred to as the principal axes.

### *Geometric Extents*

The geometric extents of a blob are the distances between the blob's center of mass and the four sides of a rectangle that is oriented to the blob's principal axes and that completely encloses all the blob's pixels.

### **Inspect or measure mode**

The blob tool can be used for two separate purposes.

#### *Inspect mode*

Inspect mode verifies the absence of defects. Any segmented pixel is considered a defect. The blob tool allows to specify certain tolerance on the size and number of defects.

Defects are distinguished in "major" and "minor" defects based on their size. Major defects have a size above a major limit. Minor defects have a size below the major limit and above a minor limit. Defects below the minor limit are neglected.

The pass/fail decision is then taken as described by the following table:

Major defect count > 0	Fail
No major defect, Minor defect count > limit	Fail
No major defect, minor defect count < limit	Pass

#### *Measure mode*

Measure mode verifies the properties of the blob against a set of tolerances. Note that the properties of a single blob are taken into account. In case of multiple blobs found in the region of interest the larger blob is selected.

### **Blob settings**

#### ***Blobs property page***

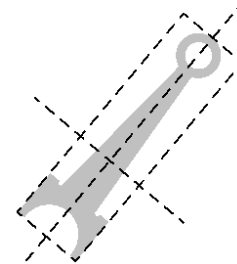
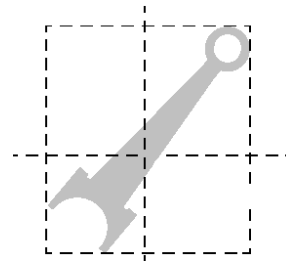
The Blob page contains the parameters and specification relevant for the reject decision.

#### *Inspect mode*

Defect area limit – Tolerable area of all defects	A limit for the total defect area.
Tolerable number of minor defects	Limit for the count of minor defects.
Minor defect area limit	Limit for the size of defect. Defect larger than this limit are deemed as "major defect"

*Measure mode*

<b>Position offset</b>	Limit for the position offset of the blob found relative to the train time situation.	
<b>Rotation</b>	Limit for the rotation of the blob relative to the train time situation.	
<b>Perimeter</b>	Limit for the perimeter size relative to a specified nominal value.	
<b>Area</b>	Limit for the blob area relative to a specified nominal value.	
<b>Area/Perimeter ratio</b>	Limit for the area/perimeter ratio relative to a specified nominal value. The ratio provides a basic indication of the blob shape.	
<b>Axis calculation mode</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inertia axis</li> <li>Bounding box (un-rotated)</li> </ul>	Principal axes of inertia The axes of the bounding rectangle parallel to the x-y axis
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bounding box (rotated)</li> </ul>	The axes of the bounding rectangle parallel to the principal inertia axes.
<b>Axis tolerances (H, V)</b>	Tolerances for horizontal (H) and vertical (V) axis.	

**Threshold page**

The threshold page contains settings that influence the segmentation process. The threshold page includes an image panel showing the result of the segmentation. The graphics is updated interactively at any parameter change.

The image panel shows a graphics that change with the setting of an option mode with the following possible choices:

- Defects – bounding boxes
- Blobs – segmented pixels in red
- Threshold – mapped image – red for lighter pixels – blue for darker pixels

*Mode (of segmentation)*

<b>Mode</b>	Regional thresholding with unsigned difference <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unsigned difference</li> <li>• Signed difference</li> </ul>	Regional thresholding with unsigned difference Regional thresholding with unsigned difference Regional thresholding with unsigned difference
<b>Filter size</b>	For regional thresholding mode specifies the size of the neighborhood of pixels taken into account to compute the difference	

*Sensitivity*

<b>Sensitivity mode</b>	Black	Only "black" pixels, darker than the background are segmented
	White	Only "white" pixels, lighter than the background are segmented
	Black and white	Black and white pixels are segmented with separate thresholds
<b>Black</b>	Threshold for black pixels	
<b>White</b>	Threshold for white pixels	
<b>Min area</b>	Blob size limit. Blobs smaller than this limit are neglected	

**Blob results***Inspect mode*

- Number of blobs
- Max blob size

*Measure mode*

The following measurement are reported for the largest blob

- Perimeter
- Area
- Shape factor (Area/perimeter ratio)
- H and V axis size
- Position (x, y of the center of mass)
- Offset (x, y relative to the model position)
- Angle (of major inertia axes)

## 7. Other tools

### 7.1 Fitting tools

The Fitting tools find the line or circle that best fits a set of points that you supply.

You use the Fitting tool to locate lines or circles based on individual point locations that you determine using other vision tools.

#### How The Fitting Tool Works

##### *Fitting a Line*

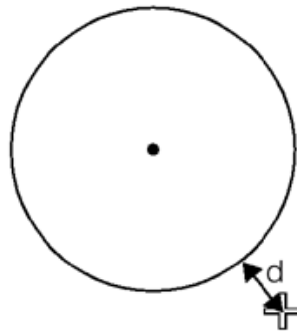
The Line tool considers the best fit line by computing the sum of the squares of the minimum distance from each point to the line. The best fit line is the single line that has the lowest value for this computation.



The result of the Line tool is the center position and the orientation of the line.

##### *Fitting a Circle*

The Circle tool lets you fit a set of points to a circle by minimizing the absolute value of the signed square distance error. This method computes the radius of the fitted circle.



Returned error is

$$\sum_{i=1}^n d_i^2$$

for  $n$  points

The result of the circle tool is the center and the size (diameter) of the circle.

##### **RMS Error**

The Fitting tools provide with the RMS (root mean square) error an indication about the quality of the fitting.

The RMS error is the square sum of the distances between the actual positions of the points and their predicted values, divided by the number of points.

## 7.2 Distance tools

Distance tools calculates the distance between points or between a point and a line.

The Point Distance tool takes two locating tools as input and returns the distance between them.

The Line distance tool takes a line and a point locating tool as input and returns the orthogonal distance.

## 8. Software Installation

The ProInspect software is likely to be already installed in your system. This section provides instructions in case you should install the ProInspect software from scratch using the installation CD provided with your system.

The PC must be prepared with the following hardware and software before installing ProInspect:

- Microsoft Windows NT 4.0 + Service Pack 5 or higher
- Cognex 8100 PCI image acquisition module
- Microsoft Windows Installer

If your system does not already have Windows Installer the Instwmsi.exe install program is provided in the principal CD folder.

ProInspect components are provided as "Microsoft Windows Installer" (.msi) packages. The installer is started automatically by double clicking the install file. Windows Installer will then guide you through the installation process.

A typical ProInspect installation requires the following components:

- Cognex 8100 driver
- Parallel Port Driver
- ProInspect core program

### *Cognex 8100 driver installation*

A suited driver for your 8100 hardware must be installed. The installation package is \Driver\WINNT4\Cognex 8100M.msi

### *Parallel Port Driver (Tinyport)*

Your system might require a special parallel port driver if the parallel port is used to interface the system. The parallel port driver installation package is \Driver\WINNT4\Tinyport.msi

### *ProInspect Installation*

The core ProInspect installation is the ProInspect 2.4.msi file in the principal CD folder.