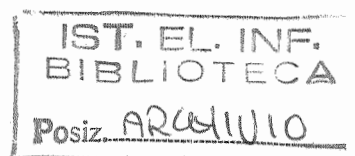


Consiglio Nazionale delle Ricerche



ISTITUTO DI ELABORAZIONE DELLA INFORMAZIONE

PISA

Procedure di visione artificiale

L. Azzarelli, M. Chimenti, A. Marchetti, S. Minutoli

Nota Interna B4-54

Dicembre 1994

1. Procedure di visione artificiale	2
1.1 Descrizione degli algoritmi	3
1.1.1 Analisi cinematica di oggetti in movimento	3
1.1.2 Riconoscimento e classificazione di oggetti	5
1.1.3 Edge detection	6
1.2 Descrizione dei programmi	7
1.2.1 Move	8
1.2.1.1 Finestra principale	8
1.2.1.1.1 Menu	9
1.2.1.1.2 Area grafica	12
1.2.1.1.3 Linea messaggi	13
1.2.1.2 Finestre temporanee	13
1.2.1.2.1 Setup Color	13
1.2.1.2.2 Setup Time	15
1.2.1.2.3 Setup Visualization	16
1.2.1.2.4 Setup Unit	17
1.2.2 Polyh	19
1.2.2.1 Finestra principale	19
1.2.2.1.1 Menu	20
1.2.2.1.2 Area grafica	24
1.2.2.1.3 Linea messaggi	26
1.2.2.2 Finestre temporanee	26
1.2.2.2.1 Setup Pattern	26
1.2.2.2.2 Setup Algorithms	28
1.2.2.2.3 Setup Threshold	29
1.2.3 Edge detection	30
1.2.3.1 Finestra principale	30
1.2.3.1.1 Menu	31
1.2.3.1.2 Area grafica	33
1.2.3.1.3 Linea messaggi	34
1.3 Interfacce comuni a più programmi	34
1.3.1 Setup Dacs	35
1.3.2 Setup TVC	38
1.3.3 Load/Save File	40
1.4 Selezione di regioni di interesse	41
1.5 Bibliografia	44

1. Procedure di visione artificiale

Questo documento presenta una descrizione di procedure di visione artificiale realizzate sul sistema di acquisizione di segnali ed immagini SVP2000. Tali procedure sono state realizzate in linguaggio C sfruttando diverse librerie che gestiscono le varie schede di acquisizione, visualizzazione e memorizzazione presenti nel sistema SVP2000. Le interfacce delle applicazioni, basate su X11R4 e OSF Motif, sono richiamabili da un unico ambiente che consente di navigare facilmente tra di esse. Questo nuovo ambiente si aggiunge ad altri ambienti già presenti sul sistema SVP2000 che costituiscono tutti insieme il pacchetto software denominato 'Vision SVP2000'.

1.1 Descrizione degli algoritmi

Questo ambiente gestisce una serie di procedure complesse e autonome orientate in diversificati settori applicativi quali il telerilevamento, i beni culturali, la radiologia, l'oftalmologia, la biomedicina, il controllo non distruttivo ed alcune procedure elaborative dedicate ad aspetti generali o specifici di visione artificiale.

1.1.1 Analisi cinematica di oggetti in movimento

La procedura elaborativa in oggetto é preposta alla determinazione delle traiettorie e dei parametri cinematici di forme ed oggetti in movimento caratterizzati da componenti cromatiche che li delimitano e ne consentono l'individuazione. L'algoritmo di indagine prevede l'acquisizione di una sequenza di immagini multicromatiche dalla quale ricava la traiettoria di un dato oggetto ed estrae alcuni parametri cinematici relativi al suo movimento. L'attuale implementazione utilizza i valori radiometrici che caratterizzano l'oggetto in movimento come unici elementi di separazione dell'oggetto stesso dal contesto della scena: ciò comporta che le stesse componenti cromatiche non devono essere presenti in altri sottoinsiemi dell'immagine. L'esecuzione della procedura é del tutto automatica previa l'impostazione iniziale di alcuni parametri mediante l'esecuzione di una fase di setup generale, la definizione del tipo di telecamera utilizzata, la regolazione dei convertitori analogico-digitale ed il colore dell'oggetto, o di sue parti, in osservazione.

La procedura prevede diverse modalità di esecuzione: nella prima l'elaborazione dell'immagine e la conseguente determinazione dei parametri cinematici vengono eseguite sequenzialmente dopo ogni singola acquisizione, ciò comporta che la massima cadenza di campionamento della scena risulta essere limitata dal tempo necessario per l'acquisizione di ogni singola immagine e dal tempo richiesto per il calcolo dei parametri. Nel secondo caso si prevede di acquisire prima una intera e predefinita sequenza di immagini e di calcolare successivamente i parametri stessi:

con questo secondo metodo la massima cadenza di campionamento é limitata unicamente dal tempo di acquisizione di ogni singola immagine, mentre il numero di campioni é limitato dalla dimensione della memoria video di transito che deve ospitare la sequenza di immagini.

L'algoritmo é strutturato nelle seguenti fasi sequenziali:

- Acquisizione: esegue il trasferimento dell'immagine proveniente dalla telecamera nella memoria video.
- Binarizzazione: da ognuna delle tre componenti cromatiche dell'immagine acquisita (R, G, B) vengono estratte le sottoregioni definite dai pixel caratterizzati dal livello radiometrico selezionato dall'utente nella fase di setup. Il sistema su cui é stato sviluppato il software prevede la presenza di tabelle di look-up in ingresso. Questo consente di effettuare la fase di binarizzazione durante l'acquisizione.
- Segmentazione. In questa fase di segmentazione viene applicata una funzione di AND alle tre componenti binarizzate per determinare i pixel dell'immagine che verificano le condizioni relative al colore che sono state impostate dall'utente.
- Calcolo dei profili: per ogni riga e per ogni colonna dell'immagine binaria ricavata nella fase precedente vengono calcolati i profili di riga e colonna definiti dal numero di pixel corrispondenti all'oggetto. Questi valori vengono utilizzati nella fase successiva per calcolare piú efficientemente i momenti dell'oggetto.
- Calcolo dei momenti: utilizzando l'immagine binaria e sfruttando i vettori dei profili precedentemente calcolati vengono calcolati i momenti del primo, secondo e terzo ordine necessari per determinare i parametri cinematici di interesse.
- Calcolo dei parametri cinematici: in questa fase vengono determinati il centro di massa dell'oggetto ed il suo asse principale di inerzia. Conoscendo il tempo

trascorso tra due acquisizioni successive é possibile anche calcolare la velocità e l'accelerazione dell'oggetto.

1.1.2 Riconoscimento e classificazione di oggetti

L'obiettivo di questo programma é quello di riconoscere la presenza di un oggetto poliedrico in un'immagine. L'oggetto può anche essere solo parzialmente poliedrico purchè possa essere caratterizzato da un sottoinsieme di linee rette tra loro connesse. Per verificare la presenza dell'oggetto nell'immagine, il programma confronta una configurazione di linee appartenenti all'oggetto da riconoscere con ogni configurazione di linee presenti nell'immagine. L'algoritmo considera gli insiemi di linee connesse come grafi: i nodi corrispondono agli estremi dei segmenti; gli archi alle linee. Ogni sottografo dell'immagine viene confrontato con quello dell'oggetto per verificare se esiste un isomorfismo di grafo tra di essi. Se questo controllo risulta positivo viene fatta una verifica di tipo algebrico per stabilire se le linee dell'immagine possono essere considerate come una proiezione ortografica delle linee campione che rappresentano la porzione di oggetto considerata. Da questi calcoli algebrici si ottiene una misura di somiglianza tra i due. I sottografi per cui questa misura si mantiene entro una certa soglia, vengono riconosciuti come appartenenti all'oggetto da cercare. Alla fine dell'elaborazione il programma evidenzia la parte dell'immagine che più si avvicina all'oggetto da trovare. Se sono presenti altre parti, la cui misura di somiglianza risulta al di sotto della soglia stabilita, vengono visualizzate a richiesta dell'utente.

Nell'implementazione attuale del programma non sono presenti algoritmi per la rilevazione degli edge e dei vertici: il programma prevede che questi vengano forniti interattivamente dall'utente in base agli edge estratti dall'immagine.

Il programma può considerarsi strutturato in tre fasi operative eseguibili separatamente: acquisizione della scena ed eventuale sua elaborazione; interazione con l'immagine acquisita e setup di ingresso; analisi delle immagini segmentate.

1.1.3 Edge detection

Questo programma fornisce due risultati: estrae gli *edge* di un'immagine acquisita da telecamera o caricata da un file ed elimina il rumore dall'immagine originale, generando un'immagine *smooth*. Gli *edge* estratti corrispondono alle discontinuità della luminosità dell'immagine.

Il processo di elaborazione è di tipo iterativo ed è possibile intervenire interattivamente per modificarlo gestendo i seguenti parametri:

- λ regola la quantità degli *edge* estratti
- α regola la qualità degli *edge* estratti
- κ regola il grado di approssimazione degli *edge*
- *iter* blocca il processo iterativo ad un numero massimo di iterazioni

Gli *edge* trovati vengono classificati in un rango [0-1], è possibile a questo punto introdurre un parametro di binarizzazione per selezionare differenti tipi di *edge*.

1.2 *Descrizione dei programmi*

1.2.1 Move

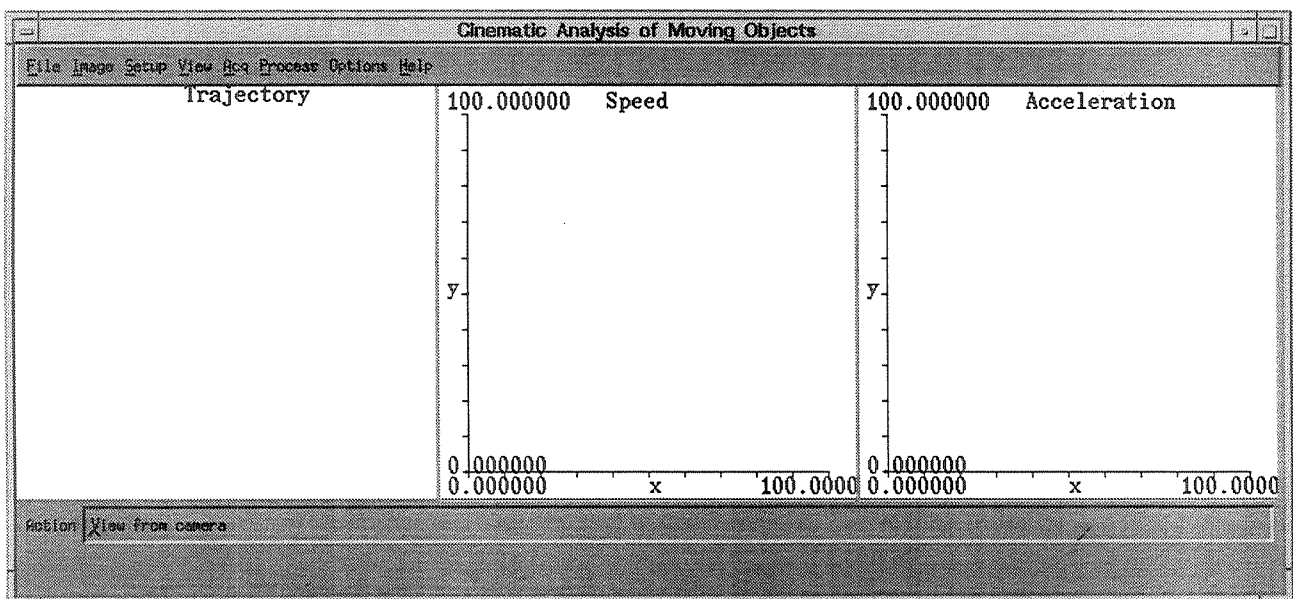
Il programma ha lo scopo di calcolare i parametri cinematici di un'oggetto in movimento. L'oggetto é identificato da un colore che non deve essere presente in altri punti dell'immagine.

Il programma ha fondamentalmente due modalit  di funzionamento.

Acquisizione con calcolo dei parametri cinematici on line. In questo caso dopo ogni immagine acquisita si calcolano i parametri cinematici dell'immagine prima di acquisire l'immagine successiva. Le immagini cos  acquisite non possono essere salvate su file.

Acquisizione senza calcolo dei parametri cinematici. In questo caso il programma si limita ad acquisire le immagini e a memorizzarle nei frame della memoria video. La sequenza cos  acquisita potr  essere in seguito utilizzata per il calcolo dei parametri cinematici, oppure potr  essere salvata su file.

1.2.1.1 Finestra principale



L'interfaccia é composta da:

- un menu

- un'area grafica
- una linea messaggi

1.2.1.1.1 Menu

Il menu é composto dai seguenti elementi

- File
- Image
- Setup
- View
- Acq
- Process
- Options
- Help

La lista **File** contiene

- **Load Sequence**
Carica da file una sequenza di immagini precedentemente salvata.
- **Save Sequence**
Salva l'ultima sequenza acquisita su file.
- **Load Result**
Carica da file un risultato di una elaborazione salvato precedentemente.
- **Save Result**
Salva il risultato dell'ultima elaborazione su file.
- **Exit**
Uscita dal programma. Il programma controlla se qualcosa può essere salvato prima di terminare il programma ed eventualmente avverte l'utente presentandogli una lista degli oggetti che possono essere salvati.

La lista **Image** contiene

- **0**
Visualizza il frame 0 (valida nel caso di configurazione a colori)
- **1**
Visualizza il frame 1 (valida nel caso di configurazione a colori)
- **2**
Visualizza il frame 2 (valida nel caso di configurazione a colori)
- **3**
Visualizza il frame 3 (valida nel caso di configurazione a colori)
- **RGB**
Utilizza immagini a colori.
- **BN**
Utilizza immagini monocromatiche.

La lista **Setup** contiene

- **Dacs**
Permette l'impostazione della regolazione dei valori di offset e gain dei dacs. Per una descrizione più dettagliata vedi Appendice.
- **TVC**
Permette l'impostazione del tipo di telecamera. Per una descrizione più dettagliata vedi Appendice.
- **Color**
Permette l'impostazione del colore dell'oggetto da seguire. Per una descrizione più dettagliata vedi Appendice.
- **Time**
Permette l'impostazione della durata del processo di acquisizione e calcolo dei parametri cinematici. (Attualmente è prevista solo l'opzione di specificare il numero di frame da acquisire). Per una descrizione più dettagliata vedi Appendice.
- **Visualization**
Permette di impostare la modalità di visualizzazione dei risultati. (Attualmente è

prevista la sola modalità in cui i risultati vengono visualizzati al termine della sequenza di acquisizione e calcolo).

– **Unit**

Permette l'impostazione dell'unità di misura relativa al pixel. Per una descrizione più dettagliata vedi Appendice.

La lista **View** contiene

– **TVC**

Visualizza l'immagine ripresa dalla telecamera.

– **Frame**

Visualizza il contenuto della memoria video.

– **Sequence**

Visualizza in successione i frame acquisiti.

La lista **Acq** contiene

– **Start (on-line)**

Inizia l'acquisizione con calcolo dei parametri cinematici per ogni immagine acquisita.

– **Start2 (off-line)**

Inizia l'acquisizione di una sequenza di 4 immagini senza calcolare i parametri cinematici.

La lista **Process** contiene

– **Compute**

Esegue il calcolo dei parametri cinematici della sequenza di immagini presente in memoria video.

La lista **Options** contiene

- **Ratio 1:1**
Imposta il rapporto tra larghezza ed altezza del pixel a 1:1.
- **Ratio 4:3**
Imposta il rapporto tra larghezza ed altezza del pixel a 4:3.
- **Draw object axis**
Nel grafico della traiettoria dell'oggetto visualizza anche gli assi principali dell'oggetto.
- **Don't draw object axis**
Nel grafico della traiettoria dell'oggetto visualizza solo il punto relativo al baricentro dell'oggetto.

La lista **Help** contiene

- **About**
Informazioni sulla versione del programma.
- **Using**
Informazioni sull'uso del programma.

1.2.1.1.2 Area grafica

Quest'area é composta da tre grafici.

Nel primo grafico viene visualizzata la traiettoria dell'oggetto. Da ogni immagine vengono calcolate la posizione del baricentro e l'angolo dell'asse principale di inerzia. L'utente, tramite comando richiamabile da menu, ha l'opzione di abilitare o meno la visualizzazione degli assi dell'oggetto.

Nel secondo grafico viene visualizzata la funzione della velocità dell'oggetto in funzione del tempo. Il grafico viene normalizzato rispetto al valore minimo ed al valore massimo. Tenere presente che la funzione visualizzata è il modulo della velocità di traslazione dell'oggetto.

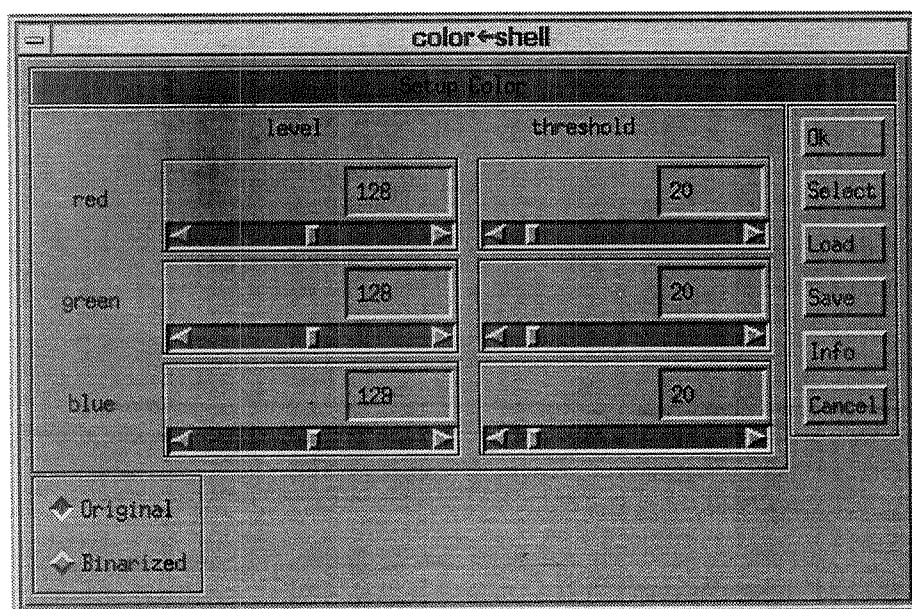
Nel terzo grafico viene visualizzata la funzione dell'accelerazione dell'oggetto in funzione del tempo. Il grafico viene normalizzato rispetto al valore minimo ed al valore massimo. Tenere presente che la funzione visualizzata è una approssimazione della derivata(differenza finita) del modulo della velocità di traslazione.

1.2.1.1.3 Linea messaggi

In questa linea vengono visualizzati dei messaggi per informare l'utente della funzione dei comandi associati alle voci dei menu. In alcune circostanze può essere utilizzata per informare l'utente sul proseguimento di una operazione in corso.

1.2.1.2 Finestre temporanee

1.2.1.2.1 Setup Color



Questa finestra viene utilizzata per impostare il colore dell'oggetto o di una sua parte.

Per ognuno dei tre colori (red, green, blue) sono presenti due potenziometri per la regolazione rispettivamente del livello di riferimento e di una soglia che determina l'ampiezza dell'intervallo all'interno del quale deve trovarsi il valore di un pixel per essere riconosciuto come appartenente all'oggetto. Ad esempio impostando il valore del livello a 128 ed il valore di soglia a 20, un pixel verrà considerato valido se il suo valore si trova all'interno dell'intervallo (118,138). Nel caso di immagini multicromatiche tutte e tre le componenti del pixel dovranno trovarsi all'interno dei rispettivi intervalli. Nel caso di immagini monocromatiche vi sarà ovviamente un unico livello di grigio che dovrà trovarsi all'interno dell'intervallo specificato dai valori indicati nella sezione relativa alla componente rossa.

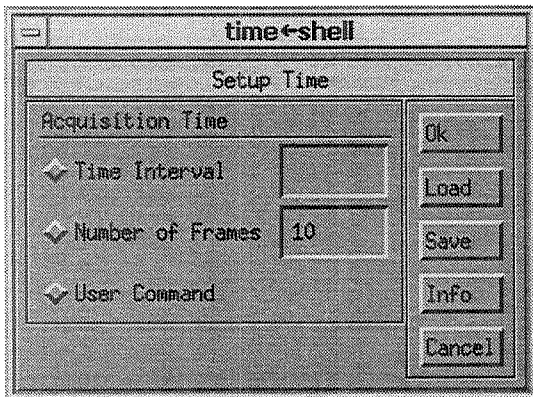
Il riquadro in basso a sinistra presenta due scelte su come visualizzare sul monitor l'immagine presente nel frame. Scegliendo **Original** verrà visualizzata l'immagine con i suoi colori naturali. Scegliendo **Binarized** verrà visualizzata l'immagine con i colori modificati, in modo da evidenziare con il colore bianco le regioni dell'immagine che soddisfano i valori dei parametri impostati.

Sulla parte destra della finestra vi sono dei bottoni con le seguenti funzioni:

- **Ok**: conferma i parametri attualmente impostati e chiude la finestra.
- **Select**: acquisisce una immagine dalla telecamera per permettere di selezionare il colore dell'oggetto cliccando con il mouse su un punto dello stesso. Una volta acquisita l'immagine il cursore si sposterà sul monitor pittorico. L'utente dovrà selezionare una finestra premendo il primo bottone del mouse in corrispondenza di un vertice e trascinandolo fino al secondo vertice. In caso di errata scelta della finestra é possibile ripetere la procedura. Una volta scelta la finestra premere il tasto Enter per far ritornare il cursore sul monitor grafico. A questo punto il programma calcolerà i valori dei livelli e delle soglie in base ai valori dei pixel all'interno della finestra selezionata. La regione corrispondente ai valori selezionati verrà visualizzata impostando automaticamente la modalità **Binarized**. A questo punto l'utente ha la possibilità di modificare i valori calcolati dal programma.
- **Load**: carica i valori dei livelli e delle soglie da un file precedentemente salvato.
- **Save**: salva su un file i valori dei livelli e delle soglie attualmente impostati.

- **Info:** presenta all'utente alcune informazioni sull'uso della presente finestra.
- **Cancel:** ripristina i valori presenti al momento dell'apertura della finestra e chiude la finestra stessa.

1.2.1.2.2 Setup Time



Questa finestra viene utilizzata per impostare la durata della sequenza da acquisire.

Sulla parte sinistra della finestra sono presenti i controlli per impostare le modalità da seguire per determinare la durata dell'acquisizione. Vengono presentate tre opzioni:

Time Interval: indica che l'acquisizione deve durare per l'intervallo di tempo specificato nella casella a destra.

Number of Frames: indica che l'acquisizione deve durare finché non siano stati acquisiti il numero di frame specificati nella casella alla destra.

User Command: indica che l'acquisizione deve durare fino ad un segnale dell'utente, come ad esempio la pressione di un tasto.

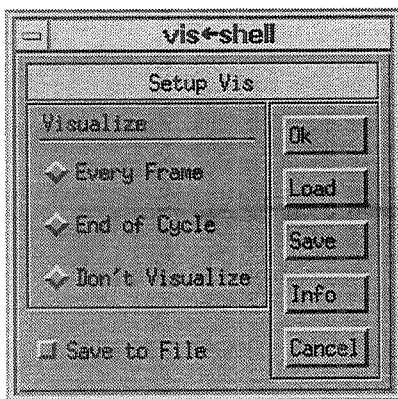
Nella versione attuale del programma è supportata solo la seconda scelta, in cui si indica il numero di frame da acquisire.

Sulla parte destra della finestra sono presenti dei bottoni con le seguenti funzioni:

- **Ok:** conferma i valori dei parametri attualmente selezionati e chiude la finestra.
- **Load:** carica da un file i parametri (in questa versione del programma non è attivo).

- **Save:** salva su un file i valori dei parametri attualmente selezionati (in questa versione del programma non é attivo).
- **Info:** presenta all'utente delle informazioni sull'uso della finestra.
- **Cancel:** ripristina i valori dei parametri presenti al momento dell'apertura della finestra e chiude la finestra stessa.

1.2.1.2.3 Setup Visualization



Questa finestra serve per impostare la modalità in cui verranno visualizzati i grafici relativi ai risultati determinati dall'algoritmo.

Vengono presentate tre opzioni:

- **Every Frame:** aggiorna i grafici ad ogni frame.
- **End of Cycle:** visualizza i grafici soltanto alla fine dell'intero ciclo di acquisizione.
- **Don't Visualize:** non visualizzare i grafici.

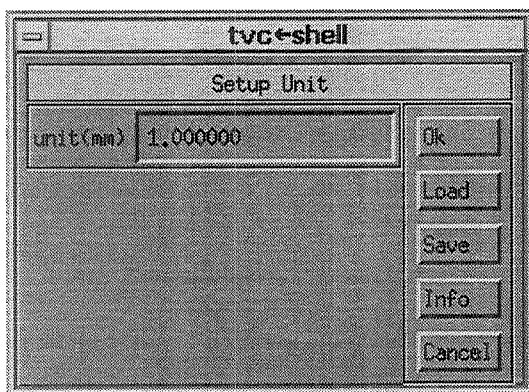
Nella versione attuale del programma è supportata solo l'opzione **End of Cycle**.

In basso a destra viene presentata l'opzione **Save to File** per salvare automaticamente i dati su un file alla fine della sequenza di acquisizione, ma nella versione attuale del programma non é supportata.

Sulla parte sinistra della finestra sono presenti dei bottoni con le seguenti funzioni:

- **Ok:** conferma i valori dei parametri attualmente selezionati e chiude la finestra.
- **Load:** carica da un file i parametri (in questa versione del programma non é attivo).
- **Save:** salva su un file i valori dei parametri attualmente selezionati (in questa versione del programma non é attivo).
- **Info:** presenta all'utente delle informazioni sull'uso della finestra.
- **Cancel:** ripristina i valori dei parametri presenti al momento dell'apertura della finestra e chiude la finestra stessa.

1.2.1.2.4 Setup Unit



Questa finestra serve per l'unità di misura corrispondente ad un pixel.

La finestra contiene, sulla parte sinistra una casella in cui digitare il valore, espresso in millimetri, dell'unità di misura da utilizzare per il calcolo dei dati da parte dell'algorithm.

Sulla parte sinistra della finestra sono presenti dei bottoni con le seguenti funzioni:

- **Ok:** conferma i valori del parametro attualmente selezionati e chiude la finestra.
- **Load:** carica da un file il parametro (in questa versione del programma non é attivo).
- **Save:** salva su un file il valore del parametro attualmente selezionati (in questa versione del programma non é attivo).
- **Info:** presenta all'utente delle informazioni sull'uso della finestra.

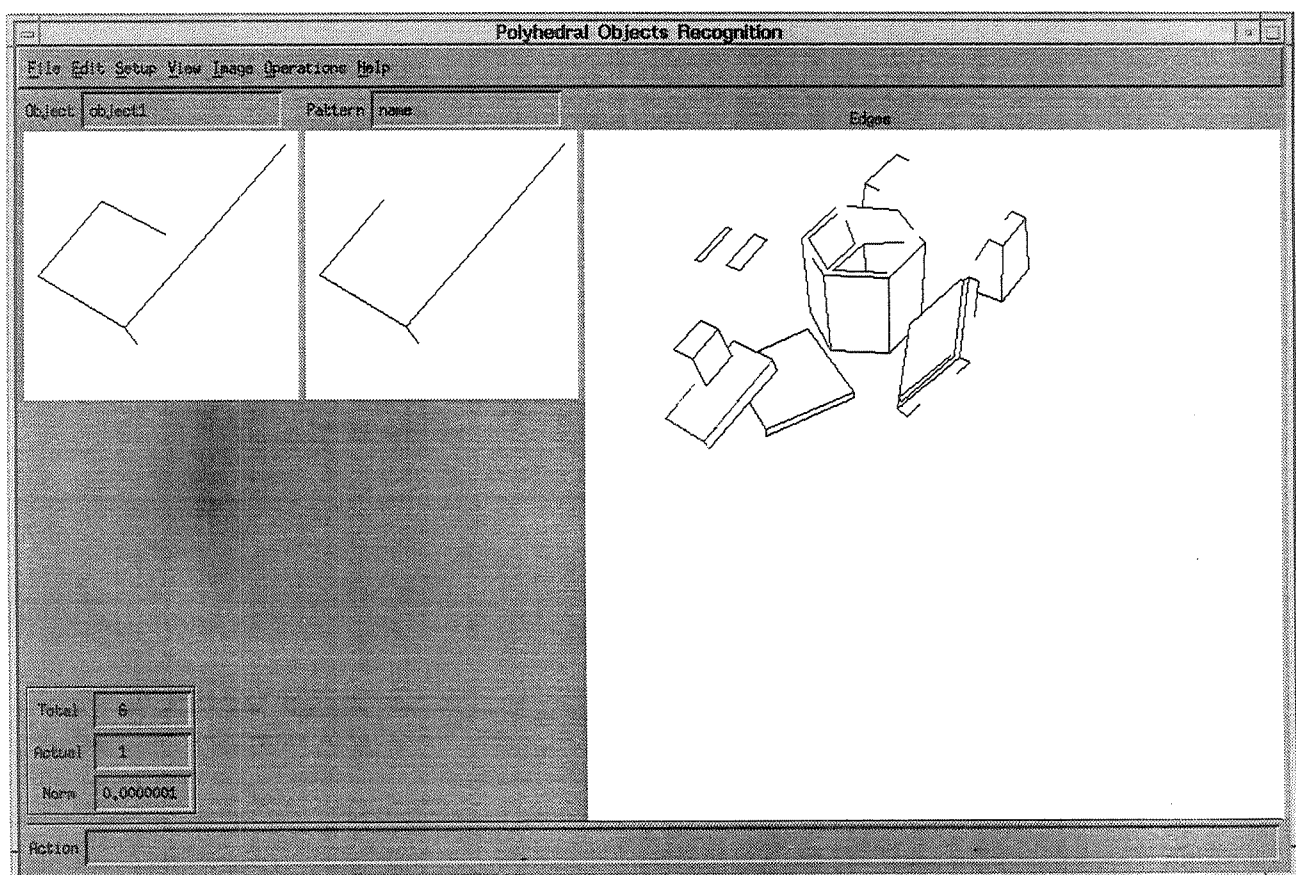
- **Cancel:** ripristina il valore del parametro presenti al momento dell'apertura della finestra e chiude la finestra stessa.

1.2.2 Polyh

Il programma ha lo scopo di riconoscere la presenza e l'eventuale posizione di un oggetto poliedrico in una immagine acquisita mediante telecamera a colori o in bianco e nero. L'oggetto é identificato dalle coordinate di un sottoinsieme dei suoi vertici e dalle linee che li congiungono.

Il ciclo operativo prevede un setup in cui si impostano le caratteristiche della telecamera usata, l'oggetto che si vuole individuare all'interno dell'immagine e gli algoritmi da usare per estrarre gli edge dall'immagine. Una volta effettuato questo setup si passa all'acquisizione di una immagine, alla sua segmentazione, ed alla individuazione da parte dell'utente dei vertici e delle linee contenute nell'immagine. A questo punto si può richiedere l'esecuzione dell'algoritmo di ricerca dell'oggetto, alla fine del quale verrà visualizzata la posizione dell'oggetto all'interno dell'immagine.

1.2.2.1 Finestra principale



L'interfaccia é composta da:

- un menu
- un'area grafica
- una linea messaggi

1.2.2.1.1 Menu

Il menu é composto dai seguenti elementi

- File
- Edit
- Setup
- View
- Image
- Operations
- Help

La lista **File** contiene

- **Load Image**
Permette di caricare un'immagine da un file.
- **Load Segmented Image**
Permette di caricare un'immagine, a cui é stato applicato un'algoritmo di edge detection, da un file.
- **Load Graph**
Permette di caricare un grafo da un file.
- **Load Result**
Permette di caricare un grafo insieme ai dati ricavati da una ricerca di un oggetto, da un file.

- **Save Image**
Permette di salvare un'immagine su un file.
- **Save Segmented Image**
Permette di salvare un'immagine, a cui é stato applicato un'algoritmo di edge detection, su un file.
- **Save Graph**
Permette di salvare un grafo su un file.
- **Save Result**
Permette di salvare un grafo insieme ai dati ricavati da una ricerca di un oggetto, su un file.
- **Exit**
Uscita dal programma. Il programma controlla se qualcosa può essere salvato prima di terminare il programma ed eventualmente avverte l'utente presentandogli una lista degli oggetti che possono essere salvati.

La lista **Edit** contiene

- **Start Edit Verts**
Inizia una fase di editing in cui l'utente, avendo come riferimento l'immagine segmentata, definisce i vertici presenti nell'immagine e le linee che li congiungono. Questo comando comporta la visualizzazione di un pannello nella parte inferiore dell'interfaccia contenente dei pulsanti per selezionare i comandi di editing, disponibili anche nel presente menu.
- **Stop Edit Verts**
Termina la fase di editing. Elimina la visualizzazione del pannello con i comandi di editing.
- **Add Vert**
Permette di aggiungere un vertice al grafo.
- **Rem Vert**
Permette di eliminare un vertice dal grafo.

- **Sel Vert**
Permette di selezionare un vertice del grafo.
- **Add Edge**
Permette di aggiungere una linea che congiunge i due vertici selezionati.
- **Rem Edge**
Permette di eliminare la linea che congiunge i due vertici selezionati.
- **Clear Verts**
Permette di cancellare tutti i vertici e le linee dal grafo.
Attenzione: attualmente questa operazione non chiede conferma e non prevede un recupero dei dati cancellati.

La lista **Setup** contiene

- **Dacs**
Permette l'impostazione della regolazione dei valori di offset e gain dei dacs. Per una descrizione più dettagliata vedi Appendice.
- **TVC**
Permette l'impostazione del tipo di telecamera. Per una descrizione più dettagliata vedi Appendice.
- **Pattern**
Permette di scegliere l'oggetto da ricercare ed il pattern da utilizzare nell'algoritmo.
Per una descrizione più dettagliata vedi Appendice.
- **Algorithms**
Permette di scegliere gli algoritmi da utilizzare per la segmentazione dell'immagine.
La segmentazione prevede un filtraggio (opzionale) mediante convoluzione ed un algoritmo di edge detection.
- **Threshold**
Permette l'impostazione del valore di soglia che determina le soluzioni accettabili.

La lista **View** contiene

- **Image**
Permette di visualizzare sul monitor pittorico l'immagine presente in memoria video.
- **TVC**
Permette di visualizzare sul monitor pittorico l'immagine proveniente dalla telecamera.
- **Luminence**
Questo comando é attivo solo nella configurazione multicromatica. Permette di vedere l'immagine monocromatica equivalente a quella multicromatica acquisita o caricata da file. L'algoritmo di segmentazione, attualmente, opera solo su immagini monocromatiche: quindi, in presenza di immagini multicromatiche, questa é l'immagine su cui verranno eeffettuate le elaborazioni.
- **Graph**
Visualizza sul monitor grafico il grafo da utilizzare per l'algoritmo di ricerca.
- **Segmented Image**
Visualizza sul monitor grafico l'immagine segmentata ottenuta applicando all'immagine acquisita gli algoritmi selezionati dall'utente.
- **First Corr**
Evidenzia sul grafo il sottografo che meglio approssima il pattern selezionato dall'utente.
- **Previous Corr**
Evidenzia sul grafo il sottografo che, nella lista dei risultati, si trova nella posizione precedente a quella visualizzata attualmente.
- **Next Corr**
Evidenzia sul grafo il sottografo che, nella lista dei risultati, si trova nella posizione successiva a quella visualizzata attualmente.

La lista **Image** contiene

- **BN**
Utilizza immagini monocromatiche.

- **RGB**

Utilizza immagini multicolori.

La lista **Operations** contiene

- **Acquisition**

Permette di acquisire un'immagine dalla telecamera. Deve essere selezionata l'opzione View/TVC.

- **Segmentation**

Applica gli algoritmi di segmentazione selezionati all'immagine presente in memoria video

- **Detect Object**

Applica l'algoritmo di ricerca dell'oggetto selezionato nel grafo. Sia il grafo che l'oggetto devono essere stati già selezionati.

La lista **Help** contiene

- **About**

Informazioni sulla versione del programma.

- **Using**

Informazioni sull'uso del programma.

1.2.2.1.2 Area grafica

Quest'area è composta da:

Un riquadro in alto a sinistra dove viene visualizzato l'oggetto attualmente selezionato. Subito a destra è presente un altro riquadro con il pattern (sottoinsieme dei vertici e delle linee dell'oggetto) che verrà utilizzato dall'algoritmo per la ricerca dell'oggetto.

Nella parte destra dell'area grafica é presente un area che può visualizzare diversi elementi a seconda dei comandi selezionati dall'utente. Quando si seleziona View/Graph viene visualizzato il grafo che sarà utilizzato dall'algoritmo per la ricerca dell'oggetto. Quando si seleziona View/Segmented Image viene visualizzata l'immagine ottenuta applicando gli algoritmi di segmentazione all'immagine presente in memoria video. Dopo aver selezionato Operations/Detect Object verrà visualizzato il grafo in cui é evidenziato il sottografo che meglio approssima il pattern selezionato. Quando si seleziona Edit/Start Edit Verts viene visualizzata l'immagine segmentata insieme al grafo per consentire di modificare il grafo. Durante la fase di editing quest'area sarà utilizzata dall'utente per selezionare, usando il mouse, i vertici.

Nella parte in basso a sinistra dell'area grafica vi é un riquadro per la visualizzazione di tre parametri:

– **Total**

Indica il numero di sottografi che approssimano con la tolleranza impostata dall'utente il pattern selezionato.

– **Actual**

Indica la posizione nella lista di tutti i sottografi che sono risultati accettabili dall'algoritmo di ricerca. Questa lista é ordinata: il sottografo che meglio approssima il pattern si trova nella prima posizione.

– **Norm**

Indica un valore determinato dall'algoritmo che esprime il grado di approssimazione tra il pattern ed il sottografo attualmente evidenziato nel grafo. Il valore 0 indica una corrispondenza perfetta tra il pattern ed il sottografo: questa é una situazione che non si verificherà facilmente. Per corrispondenze non esatte il valore (che é sempre positivo) sarà maggiore.

Quando é selezionato Edit/Start Edit Verts subito a destra viene visualizzato un altro riquadro che contiene alcuni bottoni con i comandi di editing e delle caselle per la visualizzazione di altre informazioni.

Più in dettaglio sono presenti:

I bottoni Add Vert, Rem Vert, Sel Vert, Add Edge Rem Edge con funzioni identiche a quelle presenti nel menu Edit e qui riportati per un uso più agevole.

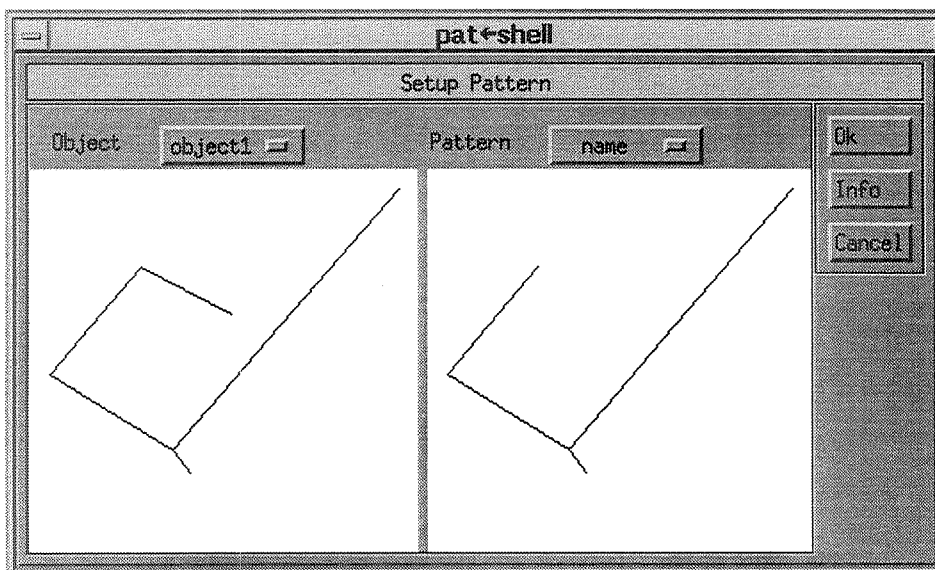
Le caselle che indicano: le coordinate del cursore(nel momento in cui viene premuto un tasto); le coordinate del vertice 1 e le coordinate del vertice 2. Le operazioni sugli edge si riferiscono all'edge che congiunge il vertice 1 con il vertice 2.

1.2.2.1.3 Linea messaggi

In questa linea vengono visualizzati dei messaggi per informare l'utente della funzione dei comandi associati alle voci dei menu. In alcune circostanze può essere utilizzata per informare l'utente sul proseguimento di una operazione in corso.

1.2.2.2 Finestre temporanee

1.2.2.2.1 Setup Pattern



L'interfaccia é composta dai seguenti elementi:

- etichetta 'Object'
- bottone con il nome dell'oggetto attualmente selezionato (alla destra dell'etichetta 'Object')
- finestra con immagine dell'oggetto attualmente selezionato (sotto l'etichetta 'Object')
- etichetta 'Pattern'

- bottone con il nome del pattern attualmente selezionato (alla destra dell'etichetta 'Pattern')
- finestra con immagine del pattern attualmente selezionato (sotto l'etichetta 'Pattern')
- bottone 'OK'
- bottone 'Info'
- bottone 'Cancel'

Il bottone alla destra dell'etichetta 'Object' indica il nome dell'oggetto attualmente selezionato. Una immagine dell'oggetto stesso é visualizzata nella finestra sotto l'etichetta. Se non é selezionato alcun oggetto il bottone conterrà il nome '(none)'. Il bottone alla destra dell'etichetta 'Pattern' contiene il nome di un pattern relativo all'oggetto selezionato. Un pattern é un sottoinsieme dei vertici e dei segmenti di un'oggetto.

Si ricorda che il compito dell'algoritmo su cui é basato il programma é quello di rilevare la presenza di un oggetto poliedrico in un'immagine. Utilizzando i dati relativi all'intero oggetto sarebbe difficile individuare l'oggetto in quanto un'immagine generalmente contiene solo la vista di una parte di esso. Per questo motivo la ricerca avviene basandosi su un pattern dell'oggetto, cioè su un sottoinsieme dei suoi vertici e dei suoi segmenti.

Cliccando sul bottone con il nome dell'oggetto, usando il tasto sinistro del mouse, e tenendolo premuto, viene visualizzata una lista con i nomi di tutti gli oggetti disponibili. Per selezionare un'oggetto della lista é sufficiente trascinare il cursore del mouse sul nome dell'oggetto desiderato e rilasciare il tasto del mouse. Una volta selezionato un nuovo oggetto, la sua immagine verrà visualizzata nella finestra sotto la relativa etichetta. Inoltre la lista dei pattern relativi all'oggetto selezionato verrà aggiornata. Questa lista può essere visualizzata, in modo analogo alla lista degli oggetti, premendo il bottone alla destra dell'etichetta 'Pattern'. Per selezionare un pattern dell'oggetto agire allo stesso modo descritto prima per la selezione dell'oggetto. Anche in questo caso, una volta selezionato un pattern, la sua immagine verrà visualizzata nella finestra sotto l'etichetta 'Pattern'.

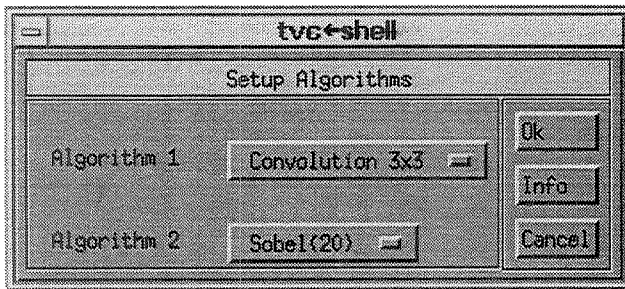
I bottoni presenti sulla parte destra dell'interfaccia hanno le seguenti funzioni:

il bottone **Ok** serve per confermare la scelta effettuata e chiudere la finestra

il bottone **Info** serve per avere alcune informazioni sull'uso dell'interfaccia stessa

il bottone **Cancel** serve per annullare la scelta effettuata e chiudere la finestra ripristinando la situazione presente al momento dell'apertura della finestra stessa

1.2.2.2 Setup Algorithms



Questa finestra temporanea viene visualizzata quando si seleziona **Algorithms** dal menu **Setup**.

L'interfaccia é composta dai seguenti elementi:

- etichetta 'Algorithm 1'
- bottone con il nome dell'algorithmo attualmente selezionato (alla destra dell'etichetta 'Algorithm 1')
- etichetta 'Algorithm 2'
- bottone con il nome dell'algorithmo attualmente selezionato (alla destra dell'etichetta 'Algorithm 2')
- bottone 'OK'
- bottone 'Info'
- bottone 'Cancel'

Questa finestra temporanea serve per definire gli algoritmi che saranno utilizzati per l'estrazione degli edge dall'immagine acquisita o caricata da file. L'estrazione degli edge avviene in due fasi: prima si passa un filtro di convoluzione per il filtraggio del

rumore(algoritmo 1) e successivamente si passa all'estrazione vera e propria degli edge mediante un altro algoritmo(algoritmo 2).

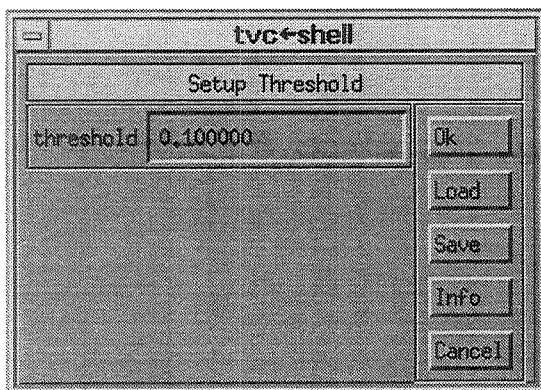
I bottoni presenti sulla parte destra dell'interfaccia hanno le seguenti funzioni:

il bottone **Ok** serve per confermare la scelta effettuata e chiudere la finestra

il bottone **Info** serve per avere alcune informazioni sull'uso dell'interfaccia stessa

il bottone **Cancel** serve per annullare la scelta effettuata e chiudere la finestra ripristinando la situazione presente al momento dell'apertura della finestra stessa

1.2.2.2.3 Setup Threshold



Questa finestra temporanea viene visualizzata quando si seleziona **Threshold** dal menu **Setup**.

L'interfaccia é composta dai seguenti elementi:

- etichetta 'Threshold'
- casella di testo con il valore di soglia attualmente selezionato (alla destra dell'etichetta 'Threshold')
- bottone 'OK'
- bottone 'Load'
- bottone 'Save'
- bottone 'Info'
- bottone 'Cancel'

Questa finestra temporanea serve per definire il valore di soglia che stabilisce le corrispondenze accettabili tra pattern trovati nell'immagine e pattern di riferimento.

I bottoni presenti sulla parte destra dell'interfaccia hanno le seguenti funzioni:

il bottone **Ok** serve per confermare la scelta effettuata e chiudere la finestra

la funzionalità del bottone **Load** non é ancora implementata

la funzionalità del bottone **Save** non é ancora implementata

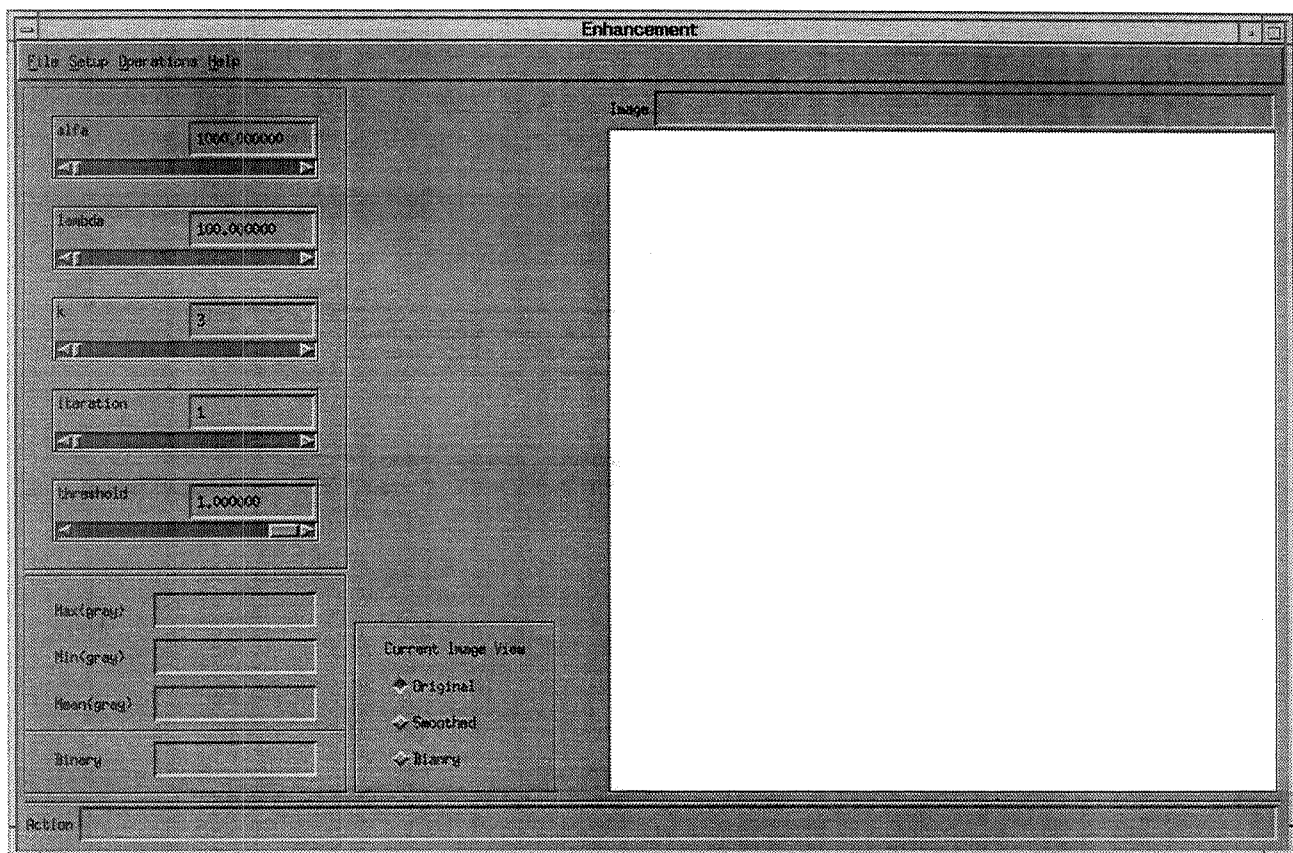
il bottone **Info** serve per avere alcune informazioni sull'uso dell'interfaccia stessa

il bottone **Cancel** serve per annullare la scelta effettuata e chiudere la finestra ripristinando la situazione presente al momento dell'apertura della finestra stessa

1.2.3 Edge detection

Il programma ha lo scopo di individuare gli edge di una immagine.

1.2.3.1 Finestra principale



L'interfaccia é composta da:

- un menu
- un'area grafica
- una linea messaggi

1.2.3.1.1 Menu

Il menu é composto dai seguenti elementi

- File
- Setup
- Operations
- Help

La lista **File** contiene

– **Load Image**

Permette di caricare un'immagine da un file.

– **Save Image**

Permette di salvare un'immagine su un file.

– **Exit**

Uscita dal programma. Il programma controlla se qualcosa può essere salvato prima di terminare il programma ed eventualmente avverte l'utente presentandogli una lista degli oggetti che possono essere salvati.

La lista **Setup** contiene

– **Dacs**

Permette l'impostazione nella regolazione dei valori di offset e gain dei dacs. Per una descrizione più dettagliata vedi Appendice.

– **TVC**

Permette l'impostazione del tipo di telecamera. Per una descrizione più dettagliata vedi Appendice.

La lista **Operations** contiene

– **Acquisition**

Permette di acquisire un'immagine dalla telecamera.

– **Start Enhancement**

Inizia un nuovo ciclo di iterazioni a partire dall'immagine originale.

– **Continue Enhancement**

Esegue un ciclo di iterazioni a partire dall'immagine attuale.

La lista **Help** contiene

- **About**

Informazioni sulla versione del programma.

1.2.3.1.2 Area grafica

Quest'area é composta da tre sottoaree:

Area di sinistra

Dall'alto in basso sono presenti le seguenti sezioni:

Parametri di ingresso

- **alfa**
- **lambda**
- **k**
- **iteration**
- **threshold**

Parametri statistici

- **Max(gray)**
- **Min(gray)**
- **Mean(gray)**

Soglia di binarizzazione

- **Binary**

Area centrale

É costituita da un'insieme di scelte per selezionare l'immagine da visualizzare sul monitor pittorico.

Le opzioni possibili sono le seguenti:

– **Original**

Visualizza l'immagine originale.

– **Smoothed**

Visualizza l'immagine da cui é stato eliminato il rumore.

– **Binary**

Visualizza l'immagine contenente gli edge dell'immagine originale.

Area di destra

É presente una linea con il nome dell'immagine attualmente visualizzata e un'immagine contenente gli edge dell'immagine di ingresso.

1.2.3.1.3 Linea messaggi

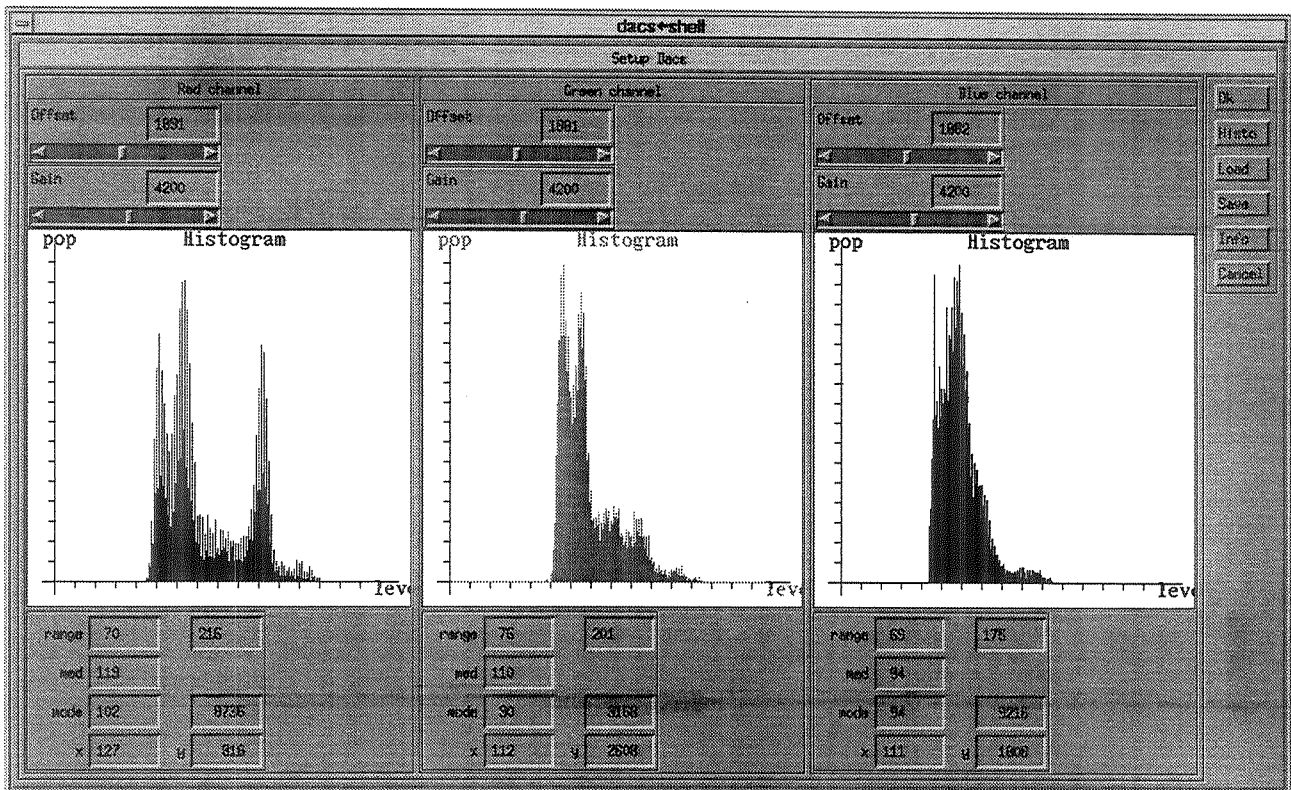
In questa linea vengono visualizzati dei messaggi per informare l'utente della funzione dei comandi associati alle voci dei menu. In alcune circostanze può essere utilizzata per informare l'utente sul proseguimento di una operazione in corso.

1.3 Interfacce comuni a più programmi

In questa sezione viene descritto il funzionamento di alcune interfacce utilizzate in più programmi.

Si tratta di finestre temporanee che vengono aperte per permettere all'utente di impostare alcuni parametri o per selezionare oggetti, come ad esempio un file.

1.3.1 Setup Dacs



Questa finestra temporanea è divisa in tre aree, rispettivamente per i canali di acquisizione del rosso, verde e blu, più una serie di pulsanti.

Uno dei componenti utilizzato in questa interfaccia è il potenziometro.

Il potenziometro è formato da:

- un'etichetta che indica il significato del valore (in questo caso Offset o Gain)
- una casella di testo, alla destra dell'etichetta, che visualizza il valore numerico attualmente impostato
- una finestra rettangolare, in basso, con due frecce alle estremità ed un indicatore nella regione tra essi compresa.

La posizione dell'indicatore dà una indicazione sulla relazione del valore impostato, e visualizzato nella casella, con i valori minimo e massimo.

L'azionamento del potenziometro può avvenire nei seguenti modi:

- premendo con il tasto sinistro del mouse sulla freccia di sinistra si decrementa il valore di una unità

- premendo con il tasto sinistro del mouse sulla freccia di destra di incrementa il valore di una unità
- premendo con il tasto sinistro del mouse nello spazio compreso tra l'indicatore del potenziometro e la freccia sinistra di decrementa il valore di 10 unità
- premendo con il tasto sinistro del mouse nello spazio compreso tra l'indicatore del potenziometro e la freccia destra si incrementa il valore di 10 unità
- premendo con il tasto sinistro del mouse sull'indicatore e trascinandolo nella zona compresa tra le due frecce si modifica il valore in proporzione alla posizione in cui si porta l'indicatore
- premendo con il tasto centrale del mouse in un punto compreso tra le due frecce é equivalente a trascinare l'indicatore in quel punto
- e' possibile digitare direttamente il valore desiderato nella casella di testo e premere Enter, dopo aver eseguito un click con il tasto di sinistra del mouse nella casella stessa. Per modificare il numero presente é possibile utilizzare il tasto Backspace e Delete per cancellare caratteri, i tasti cursore per spostarsi da una cifra all'altra e i tasti Home e End per spostarsi all'inizio ed alla fine del numero. Un modo più rapido per impostare un valore é spesso quello di eseguire un doppio click sulla casella, digitare il numero e premere Enter. In questo modo il numero immesso sostituirà quello precedente.

In ciascuna delle aree riservate ai canali di acquisizione sono presenti i seguenti elementi, in ordine dall'alto verso il basso:

- un potenziometro per la regolazione dell'offset del DAC
- un potenziometro per la regolazione del guadagno del DAC
- un grafico dove viene visualizzato(se richiesto) l'istogramma dell'immagine (o componente dell'immagine nel caso di immagine a colori) presente sul canale
- alcuni dati statistici dell'istogramma: l'intervallo di valori in cui variano i livelli di intensità(range)il valore medio(med)il valore moda(mode) ed il relativo numero di pixel con tale valoreil numero di pixel(y) aventi un certo livello(x) selezionato dall'utente cliccando con il mouse sul grafico

A secondo della configurazione dell'SVP2000 i gli oggetti relativi ai tre canali potranno essere tutti e tre attivi(nel caso di configurazione multicromatica), oppure sarà attiva solo

la parte relativa al canale di acquisizione momentaneamente usato(nel caso di configurazione monocromatica).

Sull'asse x viene rappresentato il livello di intensità dei pixel (per le immagini trattate da questo programma questo valore é codificato su un byte e varia quindi da 0 a 255). Sull'asse y viene rappresentato il numero di pixel dell'immagine aventi lo stesso valore di intensità.

Nel caso di configurazione multicromatica tutti e tre i grafici saranno visualizzati(se richiesto dall'utente) utilizzando una normalizzazione rispetto al valore massimo tra gli istogrammi di tutti e tre i canali. La funzione di questi grafici é quella di aiutare l'operatore nella regolazione dei valori dei Dac.

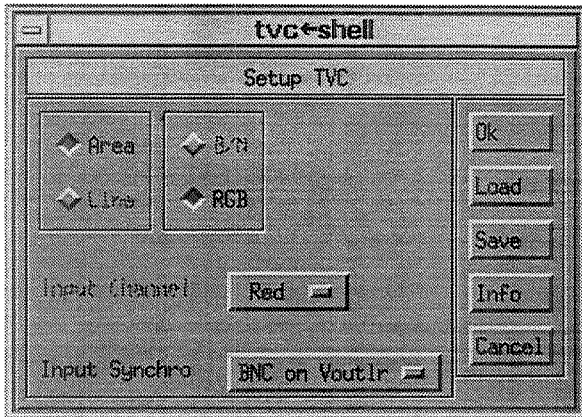
In linea di principio una buona regolazione dei Dac si ottiene quando l'istogramma ha un range che si estende da 0 a 255 sfruttando, quindi, tutti i livelli possibili. Un range più ristretto, infatti, é indice di una discretizzazione in cui un intervallo più esteso di valori analogici vengono codificati con lo stesso livello di intensità. Nel caso di acquisizione da una telecamera questo darebbe luogo ad immagini poco contrastate in cui, cioè, si avrebbe più difficoltà a distinguere valori tra loro vicini.

É inoltre opportuno che non vi siano un numero eccessivo di pixel al livello 0 o al livello 255. In questo caso, infatti, é possibile che un intervallo troppo esteso di valori analogici bassi (alti) vengono codificati con il valore 0 (255).

I bottoni che si trovano sulla destra hanno la seguente funzione:

- **Ok** Serve per confermare i valori selezionati e chiudere la finestra
- **Histo** Serve per visualizzare l'istogramma del canale, o dei canali, in visualizzazione
- **Load** Serve per caricare da un file dei valori per i Dac precedentemente salvati. Premendo questo bottone verrà visualizzata una finestra che consentirà di scegliere il file da caricare
- **Save** Serve per salvare su file i valori dei Dac attualmente selezionati. Premendo questo bottone verrà visualizzata una finestra che consentirà di scegliere il file da salvare
- **Info** Server per avere indicazioni sull'uso dell'interfaccia
- **Cancel** Serve per chiudere la finestra e ripristinare i valori presenti al momento dell'apertura

1.3.2 Setup TVC



Questa finestra temporanea é utilizzata per l'impostazione del tipo di telecamera e del canale a cui essa é collegata. A seconda dei programmi in cui é inserita una o piú scelte possono essere prefissate e quindi non selezionabili dall'utente. Ad esempio qualche programma potrebbe consentire solo l'uso di telecamere in bianco e nero, altri solo telecamere di linea, etc.

La finestra é costituita dai seguenti elementi:

In alto a sinistra vi é un riquadro per selezionare se la telecamera é d'area o di linea.

Spostandosi verso destra vi é un riquadro che consente di selezionare se la telecamera é a colori o in bianco e nero.

Sotto questi due riquadri vi é un controllo per selezionare, nel caso di telecamere in bianco e nero, il canale su cui essa é collegata.

Le possibili scelte sono:

- Red: segnale video sul canale del rosso.
- Green: segnale video sul canale del verde.
- Blue: segnale video sul canale del blu.

In basso, invece, vi é un controllo per selezionare su quale ingresso viene immesso il sincronismo della telecamera.

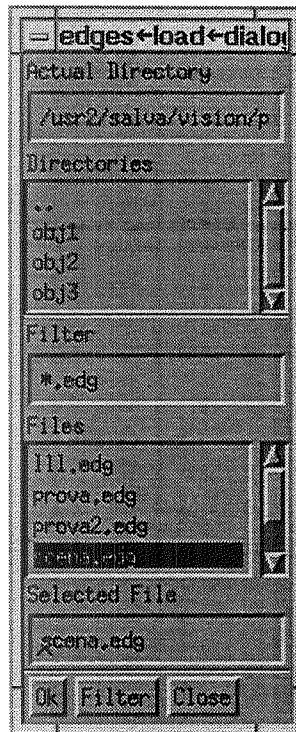
Le possibili scelte sono:

- Voutlr: si usa il sincronismo generato dall'SVP.
- BNC su Voutlr: si immette il sincronismo su Voutlr.
- Red: sincronismo sul canale del rosso.
- Green: sincronismo sul canale del verde.
- Blue: sincronismo sul canale del blu.
- Privileged: sincronismo fornito dalla telecamera su un canale separato .
- Line: sincronismo per le telecamere di linea.

Sulla destra vi é una serie di bottoni con le seguenti funzioni:

- **Ok**
Conferma le scelte attualmente selezionate e chiude la finestra.
- **Load**
Carica le impostazioni precedentemente salvate su un file.
- **Save**
Salva le attuali impostazioni su un file.
- **Info**
Visualizza alcune informazioni sull'uso della presente finestra.
- **Cancel**
Ripristina le impostazioni presenti al momento dell'apertura della finestra e chiude la finestra.

1.3.3 Load/Save File



La finestra per la selezione dei file é composta dai seguenti elementi, dall'alto in basso:

- etichetta 'Actual Directory'
- finestra di testo che indica la directory attualmente selezionata
- etichetta 'Directories'
- lista delle directory presenti all'interno dell'attuale directory
- etichetta 'Filter'
- finestra di testo contenente la maschera dei file da elencare
- etichetta 'Files'
- lista dei file contenuti nell'attuale directory e che rispettano le condizioni imposte dalla maschera
- etichetta 'Selected File'
- finestra di testo con l'indicazione del file attualmente selezionato
- bottone Ok per confermare la scelta del file il cui nome é visualizzato nella finestra di testo soprastante

- bottone Filter per richiedere l'applicazione della maschera visualizzata sotto l'etichetta 'Filter'
- bottone Close per chiudere la finestra senza selezionare alcun file

Operazioni consentite

Per spostarsi in una sottodirectory cliccare sul nome della sottodirectory desiderata nella lista sotto l'etichetta 'Directories', scorrendo eventualmente la lista se il nome non é visualizzato.

Per spostarsi nella directory padre cliccare sulla linea contenente i due punti nella lista sotto l'etichetta 'Directories'. Questa linea si trova in genere nella prima posizione della lista.

Per limitare i nomi dei file visualizzati digitare una maschera nella finestra di testo sotto l'etichetta 'Filter' tenendo presente che il carattere '?' sostituisce un qualsiasi singolo carattere ed il carattere '*' sostituisce qualsiasi sequenza di caratteri.

Normalmente quando viene visualizzata una finestra per la selezione di un file, la maschera é già impostata in modo da presentare i file opprtuni. Ad esempio se si apre una finestra per caricare un'immagine, viene impostata la maschera *.tif per indicare tutti i file con estensione .tif. É possibile, comunque, cambiare tale maschera se per esempio si vuole caricare un'immagine TIFF salvata in un file con estensione diversa. Si tenga presente che la presenza dell'estensione nella maschera visualizzata non viene aggiunta automaticamente al nome digitato quando si vuole salvare un file.

Per selezionare un file é possibile digitare il suo nome nella finestra di testo sotto l'etichetta 'Selected File' e premendo il bottone Ok, eseguendo un click sul nome presente nella lista sotto l'etichetta 'Files' e premendo il bottone Ok, oppure eseguendo un doppio click sul suo nome presente nella lista sotto l'etichetta 'Files'. Questi ultimi caso si riferiscono naturalmente al caso di files già presenti.

1.4 Selezione di regioni di interesse.

Viene di seguito descritto il modo con cui selezionare le regioni di interesse da un'immagine. Alcune applicazioni, infatti, consentono di operare, oltre che sull'intera immagine, su una regione di essa. Questo può essere utile sia per ridurre il tempo di elaborazione, sia per mettere in evidenza alcune caratteristiche di una regione dell'immagine per poterla confrontare con il resto dell'immagine. I tipi di regione di interesse che verranno descritti non sono supportati da tutte le applicazioni. La maggior parte delle applicazioni consente di utilizzare una regione di forma rettangolare (in questo caso, in questa documentazione, verrà spesso definita finestra). Qualche programma consente di selezionare anche un singolo punto, ma in genere ciò avviene solo per dare informazioni sul valore dell'intensità luminosa del punto e delle sue coordinate.

I tipi di regione di interesse sono:

- **Rettangolo**
- **Punto**

Rettangolo

Premendo il primo pulsante del mouse si seleziona il primo vertice del rettangolo. A questo punto, tenendo premuto il pulsante, bisogna spostare il mouse fino a portarlo in corrispondenza del secondo vertice e, quindi, rilasciare il pulsante.

Una volta selezionato un rettangolo è possibile traslarlo, mantenendo quindi invariate le dimensioni, premendo il secondo pulsante e, tenendolo premuto, spostare il mouse in modo da portare il rettangolo nella zona desiderata. Nel momento in cui viene premuto il pulsante il cursore sullo schermo verrà spostato in corrispondenza del secondo vertice.

È anche possibile modificare la posizione del secondo vertice lasciando invariata quella del primo vertice. Per fare ciò bisogna premere il terzo pulsante. A questo punto il cursore verrà automaticamente spostato in corrispondenza del secondo vertice del rettangolo. Tenendo premuto il pulsante si potrà spostare il mouse fino a portare la posizione del secondo vertice fino alla posizione desiderata.

Le azioni sopra descritte possono essere effettuate anche utilizzando la tastiera, nel caso si abbia bisogno di una regolazione più precisa. Ad ogni pressione di un tasto freccia corrisponde lo spostamento del cursore sullo schermo di un pixel nella direzione indicata dal

tasto stesso. Se i tasti freccia vengono utilizzati tenendo premuto il tasto Control, lo spostamento avverrà per passi di 5 pixel.

Per spostare il cursore sullo schermo senza selezionare alcun vertice premere il tasto 'a', dopodichè utilizzare i tasti freccia.

Per selezionare il primo vertice del rettangolo portare il cursore nel punto desiderato e premere la barra 'spazio'. A questo punto con i tasti freccia si può determinare il secondo vertice.

Se si vuole traslare il rettangolo, mantenendo fisse le dimensioni premere il tasto 's' ed usare i tasti freccia per spostare il rettangolo.

Per modificare il secondo vertice del rettangolo premere il tasto 'd' e poi usare i tasti freccia per determinare la nuova posizione.

Una volta selezionato il rettangolo, sia utilizzando il mouse che la tastiera, premere il tasto **Enter** o **Return**(si può utilizzare anche quello sul tastierino numerico) per confermare la selezione. A questo punto il cursore tornerà sul monitor grafico.

Punto

La selezione di un punto avviene semplicemente portando il cursore nel punto desiderato e premendo il primo pulsante. Nel momento in cui si preme il pulsante verrà eseguita una operazione da parte del programma. Questa operazione, naturalmente é specifica del particolare programma utilizzato. Spesso viene utilizzata la selezione del punto per dare all'utente informazioni sul valore di intensità del pixel e sulle sue coordinate.

1.5 Bibliografia

L. Azzarelli, M. Chimenti, S. Minutoli, O. Salvetti - 'VISIO - A Real-Time Multimedial Workstation', ERCIM News, n. 19, Ottobre 1994

L. Azzarelli, M. Chimenti, A. Marchetti, S. Minutoli, O. Salvetti - 'Il sistema Vision SVP', Nota Interna IEI-CNR Pisa

F. Leoncino, P. F. Pellegrini - 'Sistema di Visione Computerizzata per l'Analisi di Forme in Movimento', DIE L.T. P.F.R. 10.89, Ottobre 1989 R.I. n. 891001

R. March - 'Visual Reconstruction with Discontinuities Using Variational Methods', Nota Interna IEI-CNR Pisa, B4-04, Gennaio 1990

G. Marola, A. Vaccarelli - 'An Algebraic Method for Recognition of Polyhedral Objects from a Single Image', Pattern Recognition, vol. 27, no. 10, 1994