

# Sistema di acquisizione ed elaborazione immagini per misure fluidodinamiche

Andrea Cambiaso, SITEM Srl, Genova  
Enrico Ferrero, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Avanzate, Università del Piemonte Orientale,  
Alessandria

## Categoria

Academic

## Prodotti National Instruments utilizzati

LabVIEW 5.0  
IMAQ Vision per LabVIEW  
PCI-1427

## The Challenge

Come importante strumento di ricerca in campo ambientale il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Avanzate dell'Università del Piemonte Orientale si è dotato recentemente di una vasca idrodinamica per lo studio, in scala ridotta, delle principali caratteristiche delle correnti atmosferiche ed oceaniche. Al fine di ottenere informazioni quantitative sui fenomeni fisici riprodotti in vasca ed in particolare sui campi di velocità, si è realizzato un sistema d'acquisizione ed elaborazioni immagini. Il particolare interesse di questo sistema è dato dalla possibilità di ottenere misure contemporanee in più punti del campo di velocità senza perturbare, con l'introduzione di singole sonde, il flusso stesso.

## The Solution

E' stato realizzato un sistema di acquisizione ed elaborazione immagini basato su Personal Computer, utilizzando una scheda di acquisizione immagini ed un programma realizzato in LabVIEW.

## Abstract

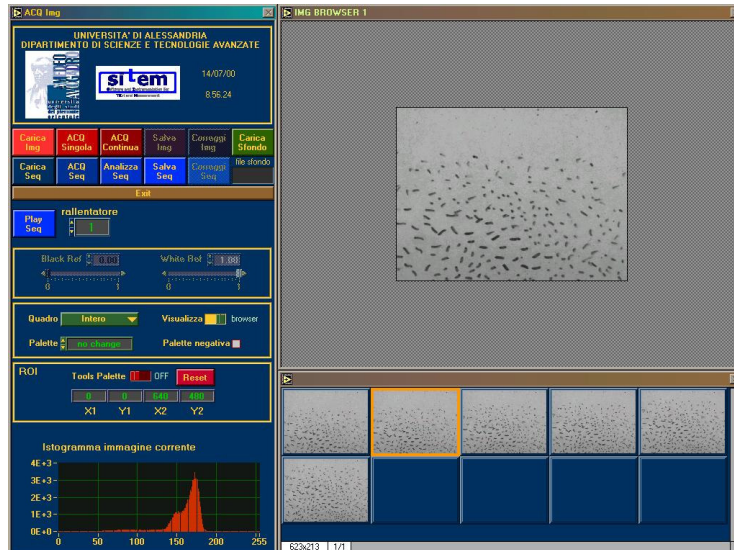
Una delle principali linee di ricerca del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Avanzate dell'Università del Piemonte Orientale è costituita dallo studio dell'ambiente e dallo sviluppo di tecnologie per il suo monitoraggio. A queste attività partecipano ricercatori di varie discipline scientifiche. Tra questi, la componente fisica si dedica da anni allo studio delle problematiche legate all'ambiente atmosferico e marino. Come importante strumento di ricerca in questo campo, si è realizzata una vasca idrodinamica dotata di un sistema di ricircolo in grado di riprodurre, in scala ridotta, le principali caratteristiche delle correnti atmosferiche ed oceaniche. Al fine di ottenere informazioni quantitative sui fenomeni fisici riprodotti in vasca ed in particolare sui campi di velocità si è realizzato un sistema d'acquisizione ed elaborazioni immagini. Si è utilizzato un Personal Computer, una scheda d'acquisizione immagini ed un programma realizzato in LabVIEW 5.0. Grazie alle funzionalità implementate nel software, è stato possibile compiere un'analisi dinamica dello spostamento nel tempo delle particelle fluide, eseguita mediante tecniche di cross-correlazione tra immagini successive di una sequenza acquisite precedentemente. Di particolare interesse in questo sistema è la possibilità di ottenere misure contemporanee in più punti del campo di velocità, senza perturbare, con l'introduzione di singole sonde il flusso stesso.

---

**Introduzione:** L'applicazione qui descritta in questo articolo risulta di sicuro interesse, sia dal punto di vista architetturale del software che del sistema, per i seguenti motivi:

- ✓ Si sono ricostruite le principali funzionalità di strumentazione ad alto costo con un più semplice sistema basato su tecniche "standard".

- ✓ La scelta di utilizzare una videocamera analogica a standard televisivo permette di affiancare al sistema, qualora se ne manifestasse l'esigenza, un monitor aggiuntivo e/o un videoregistratore commerciale, espandendo così le capacità del sistema stesso.
- ✓ Il sistema scheda-Personal Computer è in grado di sostenere un trasferimento continuo di immagini di quadri televisivi completi su RAM ogni 40 ms, cioè alla massima frequenza permesso dallo standard.



**Figura 1: Schermata del programma con il Pannello Comandi sulla sinistra, la finestra di acquisizione e/o visualizzazione sulla destra, che riporta l'immagine della sequenza scelta nella sottostante finestra di browsing**

## Hardware

Il sistema sviluppato si basa su un Personal Computer Pentium II 266 con 64 MB RAM con sistema operativo Windows 95, una scheda di acquisizioni immagini PCI-1407 della National Instruments (che lavora su 256 livelli di grigio), una Videocamera CCD Sony XC-75CE con obiettivo zoom Computar. Per l'illuminazione si è optato per un semplice ma efficace diafanoscopio (dimensioni 70 x 30 cm) con alimentazione in alta frequenza, che permette di ottenere una illuminazione costante tra quadri acquisiti in sequenza. Inoltre l'uso di una sorgente luminosa di tale dimensioni permette di illuminare uniformemente una vasta zona di interesse.

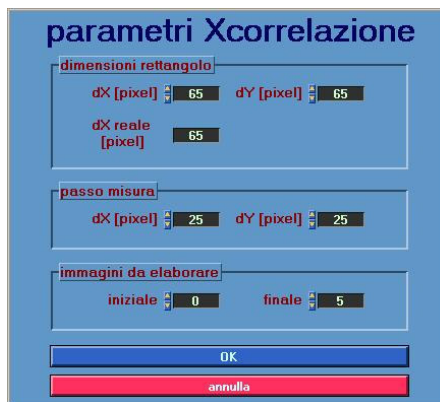
## Software

Il software, sviluppato in ambiente LabVIEW versione 5.0 abbinato alle librerie Imaq Vision, presenta, all'avvio, un Pannello di Comando principale, una finestra dove viene visualizzato il campo visivo che verrà acquisito e le sue successive elaborazioni ed una finestra che riporta l'insieme delle immagini di una sequenza cioè un piccolo "browser" di immagini. Le principali funzionalità del programma sono:

- Acquisizione e salvataggio su file (uno o più formati standard: bmp, gif ecc.) di singola immagine.
- Acquisizione e salvataggio su file (uno o più formati standard tipo bmp, gif ecc.) di tutte le immagini una sequenza, ad una frequenza selezionabile dall'Operatore tra quelle possibili con l'hardware di acquisizione. In questo caso è possibile definire sia il tempo che intercorre tra due immagini di una medesima coppia, sia il tempo che intercorre tra due coppie distinte di immagini.

In entrambi i casi l'Operatore può identificare e definire nell'immagine una regione di interesse, ROI, e procedere all'acquisizione e salvataggio, su singola immagine o sequenza, della sola ROI con evidenti benefici in termini di spazio su disco e velocità di elaborazione.

- Compensazione delle disuniformità di illuminazione.



**Figura 2: Pannello per l'inserimento dei parametri di elaborazione delle immagini precedentemente acquisite.**

- Pseudo colorazione delle immagini acquisite con palette predefinite ed impostabili dall'Operatore.
- Analisi dinamica dello spostamento nel tempo. Tale analisi è eseguita mediante tecniche di cross-correlazione tra immagini successive di una medesima sequenza. Il principio è il seguente: suddivisa la prima immagine, immagine al tempo  $t$ , in  $n$  rettangoli, il programma esegue la cross-correlazione tra ogni rettangolo così individuato e l'immagine della coppia. In modo automatico si ricostruisce il vettore delle velocità in quanto le coordinate del punto a massima correlazione sono assunte come le coordinate del centro dell'area rettangolare nella nuova immagine, al tempo  $t + \Delta t$ , e così via. Nota perciò la distanza e noto  $\Delta t$  si arriva, appunto, alla velocità. La visualizzazione del risultato di tale analisi è data su immagine tramite colore.



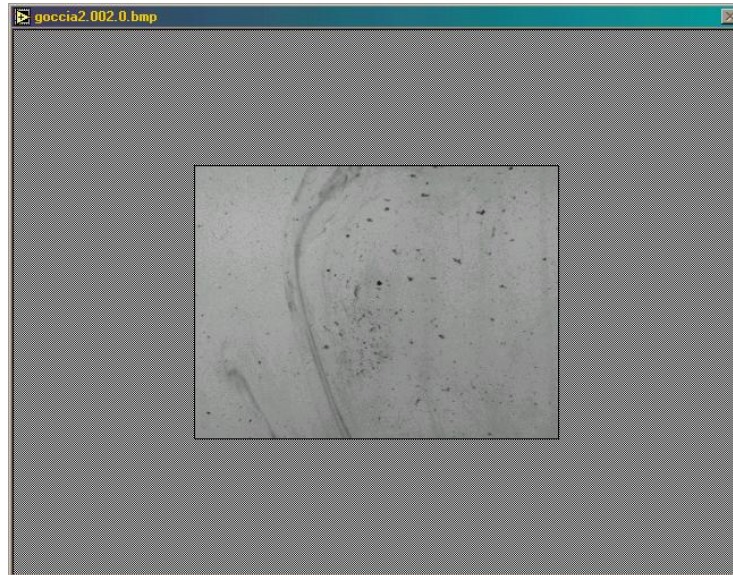
**Figura 3: Pannello per l'inserimento dei parametri di acquisizione di una singola immagine.**

- Salvataggio su file di tipo ASCII del campo delle velocità ottenuto. Questo rende il sistema aperto verso altre possibili tecniche di elaborazione dei dati raccolti.

## Risultati

Il sistema in oggetto permette di acquisire facilmente sia singole immagini sia sequenze di immagini e di elaborare le stesse in un secondo momento. Di particolare interesse è la possibilità di ottenere misure

contemporanee in più punti del campo di velocità, senza perturbare, con l'introduzione di singole sonde, il flusso stesso. Le elaborazioni possibili sulle immagini sono tali da rendere il sistema estremamente competitivo in termini di costo in confronto a strumentazione commerciale disponibile.



**Figura 4: Finestra di acquisizione e/o visualizzazione delle immagini.**