

Le misure fluidodinamiche? NON SONO UN PROBLEMA

Piero Della Chiara



Un particolare sistema di acquisizione ed elaborazione di immagini sviluppato dall'Università del Piemonte Orientale e da un'azienda ligure.

Lo studio dei fluidi in campo ambientale è senza ombra di dubbio un interessante aspetto di ricerca: aziende e università risultano dotate sempre più spesso di vasche idrodinamiche abilitate allo studio di metodi di monitoraggio sempre più precisi ed efficaci.

Anche il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Avanzate dell'Università del Piemonte Orientale ha realizzato una facility in scala con lo scopo di studiare i fenomeni fisici inerenti ai campi di velocità delle correnti oceaniche e atmosferiche.

È stato quindi predisposto in collaborazione con Sitem di Genova un sistema di analisi tramite un dispositivo per l'acquisizione d'immagini, che ha permesso di analizzare il moto del fluido senza interferire sul sistema da misurare, garantendo inoltre la possibilità di eseguire analisi su più punti del sistema senza l'ausilio di sonde.

Il tutto sfrutta le potenzialità di un personal computer in ambiente Windows, sul quale è montata una scheda di acquisizioni immagini PCI-1407

di National Instruments che permette di catturare ottime immagini monocromatiche, una Videocamera CCD Sony XC-75CE con obiettivo zoom Computer.

Per garantire un livello di illuminazione ottimale è stato utilizzato un diafanoscopio (dimensioni 70x30 cm) con alimentazione in alta fre-

quenza, che permette di ottenere un'illuminazione costante tra quadri acquisiti in sequenza. Inoltre, l'uso di una sorgente luminosa di tale dimensioni ha creato un'illuminazione uniforme per ampie zone ove sono state eseguite le

varie prove. Per ciò che concerne lo sviluppo del software è stato utilizzato LabVIEW interfacciato a librerie di Imaq Vision, che forniscono funzionalità complete per la visione artificiale e l'elaborazione delle immagini sfruttando ben 400 funzioni di analisi.

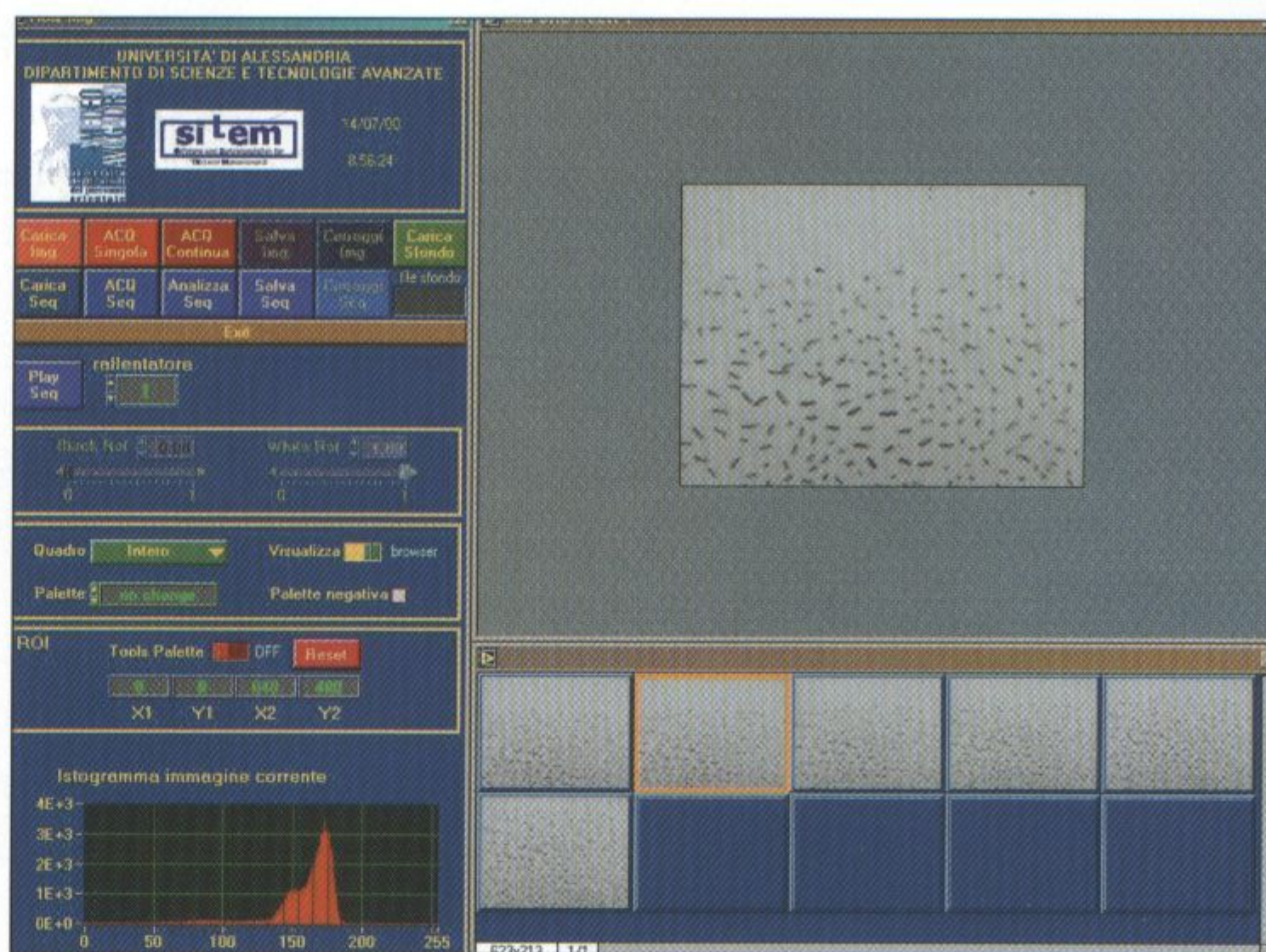
Il sinottico sviluppato da Si-tem permette la visualizzazione su di una finestra della parte del campo del sistema presa in esame e la visualizzazione delle varie immagini in fase di elaborazione con l'analisi dinamica dello spostamento nel tempo. Tale analisi è eseguita mediante tecniche di cross-correlazione 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

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.

È stato predisposto un sistema di analisi tramite un dispositivo per l'acquisizione d'immagini, che ha permesso di analizzare il moto del fluido senza interferire sul sistema da misurare.

la cross-correlazione tra ogni rettangolo così individuato e la seconda immagine della coppia. In modo automatico si ricostruisce il vettore delle velocità poiché 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 Δt si arriva, appunto, alla velocità. La visualizzazione del risultato di tale analisi è data su immagine tramite colore. Altre caratteristiche degne di particolare interesse sono: acquisizione e salvataggio su file di singola immagine, acquisizione e salvataggio su file di tutte le immagini in una sequenza a una frequenza selezionabile dall'utente tra quelle possibili con l'hardware d'acquisizione. In que-



sto 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 d'immagini: in entrambi i casi, l'operatore può identificare e definire nell'immagine una regione d'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 d'elaborazione. Abbiamo inoltre voluto incontrare gli artefici di questo sistema.

Quali sono stati i vostri obiettivi nella realizzazione del progetto?

Andrea Cambiaso, Responsabile Sviluppo Sistemi SITEM, afferma: «Volevamo ricostruire le funzionalità di una strumentazione di alto costo utilizzando un sistema che potesse utilizzare tecniche standard; utilizzare una videocamera analogica a standard televisivo ci ha permesso di inserire nel sistema un monitor aggiuntivo e/o un videoregistratore commerciale,

espandendo così le capacità del sistema stesso; infatti, l'apparato è in grado di sostenere un trasferimento continuo d'immagini di quadri televisivi completi su RAM ogni 40 ms, in altre parole alla massima frequenza ottenibile».

Le prove che avete eseguito a quale requisiti dovevano rispondere?

Risponde Enrico Ferrero (Università del Piemonte Orientale): «Nel Dipartimento di Scienze e Tecnologie Avanzate lavoriamo effettuando sempre misure molto accurate; grazie alla teoria della similarità dinamica, che permette di ridurre alla scala del laboratorio fenomeni reali che avvengono a scale spaziali e temporali reali molto più grandi, è possibile utilizzare vasche idrodinamiche. Questi tipi di apparecchiature hanno il grande vantaggio di consentire di effettuare esperimenti controllabili e ripetibili di fenomeni fisici di gran complessità quali la turbolenza,

la circolazione atmosferiche e oceaniche, la dispersione di inquinanti in atmosfera. Per sfruttare appieno le potenzialità di questa metodologia è necessario sviluppare sofisticate tecniche di misura. Queste devono soddisfare i seguenti requisiti: devono avere la più alta definizione spaziale e temporale possibile e non devono perturbare le caratteristiche del fluido (densità e viscosità) e del flusso osservati (velocità, caratteristiche della turbolenza).

Il sistema è risultato affidabile a fronte d'investimenti contenuti: indubbiamente un altro interessante esempio d'applicazione della strumentazione virtuale.

Tra le tecniche di misura oggi più utilizzate vi è la cosiddetta PIV (Particle Image Velocimetry) che permette di ricostruire campi bi e tridimensionali tramite l'analisi di immagini di flussi visualizzati. I sistemi disponibili commercialmente, in genere basati sulla visualizzazione tramite particelle di sottili strati di

fluido illuminati da laser, comportano elevati costi e difficoltà nell'applicazione. Per queste ragioni abbiamo ritenuto opportuno sviluppare un sistema a hoc per il nostro canale idrodinamico».

Avete deciso di introdurre qualcosa di particolare?

«Si è deciso - continua Enrico Ferrero - per semplicità, di utilizzare come tracciante del semplice colorante e di operare in condizioni di luminosità. In questo modo si ottiene un'informazione sul campo di velocità media in uno strato di fluido, ma non è necessario utilizzare un laser. Il colorante fornisce un'immagine spazialmente meno definita rispetto all'utilizzo di particelle, ma come dimostrato dalle prove effettuate, ugualmente capace di fornire informazioni sul campo di velocità del flusso».

È facile pensare a questo punto che i principali problemi incontrati nello sviluppo e nella realizzazione dello strumento sono stati l'illuminazione e il tipo di tracciante utilizzato, fattori che influenzano decisamente sulla qualità delle immagini da analizzare: le tecniche di Imaq Vision hanno soddisfatto l'esigenza garantendo degli ottimi risultati per i fluidi con una velocità di alcuni centimetri al secondo quali quelli riprodotti nella facility universitaria. Il sistema quindi è risultato molto affidabile a fronte d'investimenti molto contenuti: indubbiamente un altro interessante esempio d'applicazione della strumentazione virtuale.



Pannello per l'inserimento dei parametri di acquisizione di una singola immagine.