



# NI Days 2003

# Nuovi tools per la Visione Artificiale

Padova, Milano, Roma  
4, 6, 11 Marzo 2003

Ignazio Piacentini, BDM Europe Imaging & Motion

[ni.com](http://ni.com)

 **NATIONAL  
INSTRUMENTS™**

# Agenda

- Sistemi integrati di vision, motion & DAQ
- Nuovi tools per lo sviluppo dei sistemi di visione artificiale: programmare o configurare?
- Breve riepilogo dei concetti fondamentali
- Vision Builder e Vision Builder AI (demo)
  
- (Embedded vision and motion in LabVIEW™ Real-Time)

# Qualche definizione:

- L'immagine è vista come una funzione di variabili discrete in codominio discreto

- Immagine:  $z = F(x,y)$

- $0 \leq x \leq N-1, 0 \leq y \leq M-1, 0 \leq z \leq L-1$

- N: numero di colonne

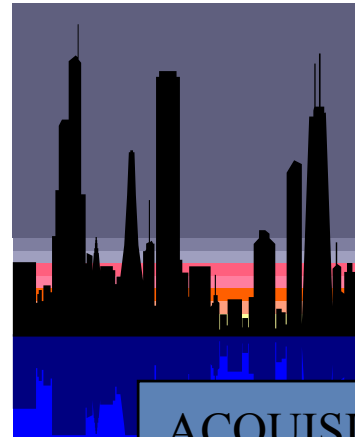
- M: numero di righe

- L: range di luminosità

- Sono tutti valori discreti

- F prende il nome di Picture Function, L'elemento  $F(x_i,y_i)$  è detto Picture Element (Pixel)

- Una definizione semplice di visione artificiale: ***“Estrarre informazioni utili da un'immagine”***. Il processo potrebbe concludersi così se i dati fossero di per se significativi, oppure il risultato puo' essere inserito in un sistema per il controllo di processo( es. un sistema guida robot )



ACQUISIZIONE

```
125315546515542515212231655212
454321352789787545132465774444
123489778945346548677898943514
456789789744321231234869778941
489679756413213217943241231324
564765432187897513116578793211
878975641321687979843513241344
579742317974644498789765446544
857139762568631689452315631548
125315546515542515212231655212
454321352789787545132465774444
123489778945346548677898943514
456789789744321231234869778941
489679756413213217943241231324
564765432187897513116578793211
878975641321687979843513241344
579742317974644498789765446544
857139762568631689452315631548
```

# Quanto è recente la visione artificiale?

- Un libro di testo moderno (e sacro!): Gonzalez-Wintz, “Digital Image Processing”, 1<sup>st</sup> printing 1977
- Il sottoscritto ha preparato un esame nel 1986 (Londra) sulla 6a edizione del 1983 (e lavorato sui primi sistemi nel 1984, su Vax PDP11)
- Primi seminari nel 1995, National Instruments introduce prodotti di visione nel 1996
- Cosa e' cambiato? Il contenuto algoritmico dell'Image Processing non ha subito variazioni molto significative negli ultimi 15-20 anni. Le maggiori novità :
  - la potenza di calcolo di personal computer a basso costo
  - la disponibilità di sensori di imaging con costi bassi ed elevate prestazioni
  - il 'confezionamento' degli algoritmi in librerie di facile uso e strumenti software pienamente integrati.

# L'automazione delle macchine

- I 'costruttori di macchine' costituiscono un settore particolarmente attivo del panorama industriale italiano, combinando soluzioni meccaniche avanzate e automazione
- L'automazione delle macchine si allontana dal solo PLC e necessita l'integrazione del controllo della movimentazione (controllo multiasse), di visione artificiale e di acquisizione dati

# Machine vision per le macchine

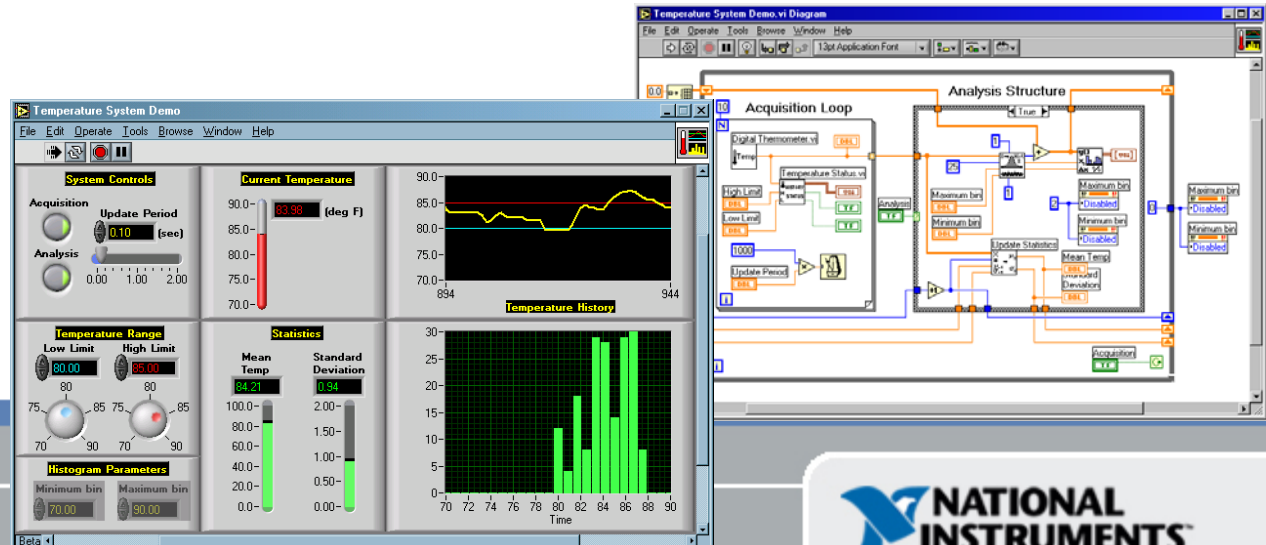
- Posizionamento automatico di pezzi, operazioni di carico / scarico robotizzate, identificazione di punti di riferimento (fiducials)
- Verifiche dimensionali mediante l'identificazione di spigoli (edge detection), angoli, particolarità geometriche (ad esempio fori circolari)
- Presenza / assenza e corretto posizionamento di particolari meccanici in operazioni di assemblaggio automatizzate
- OCR (optical character recognition), codici a barre, 2D codes

# Controllo Assi e Acquisizione Dati per le macchine

- Controllo assi:
  - Velocita' e posizione
  - Interpolazione
  - Counturing
  - Camming
  - ....
- Acquisizione Dati (analogica e digitale)
  - Corrente / tensioni
  - Forza / Pressione
  - Temperatura
  - I/O digitali
  - Temporizzazioni
  - ....

# Un solo ambiente di sviluppo: l'integrazione come sostanziale differenziazione di NI

- Piattaforma di sviluppo software integrata per controllo multiasse, visione artificiale, e data acquisition
  - Programmazione grafica: LabVIEW
  - Programmazione testuale: Measurement Studio (Visual Basic, Visual C++, ...)
- Sincronizzazione / timing tra schede indipendentemente dalla CPU dell'host



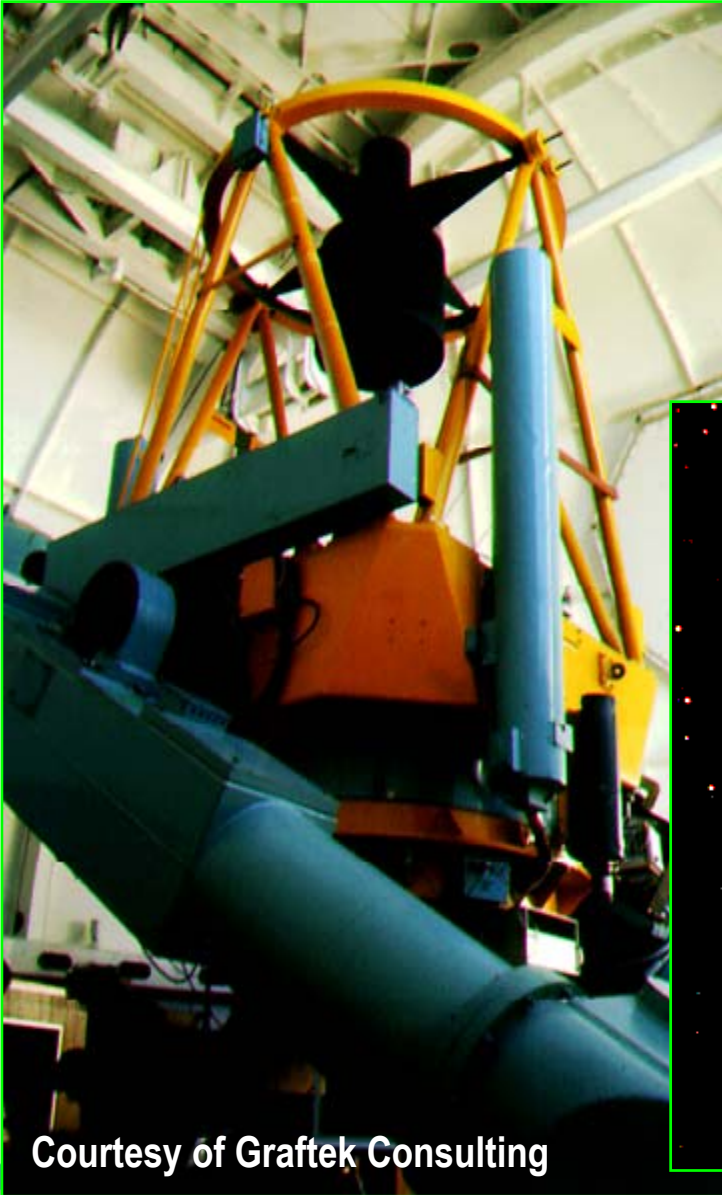


## 2 esempi di integrazione

- 1 vecchio esempio:
  - Astronomia, 1994
- 1 esempio recente
  - Allineamento di fibre ottiche, 2002

# Astronomia: Offset guider per telescopio

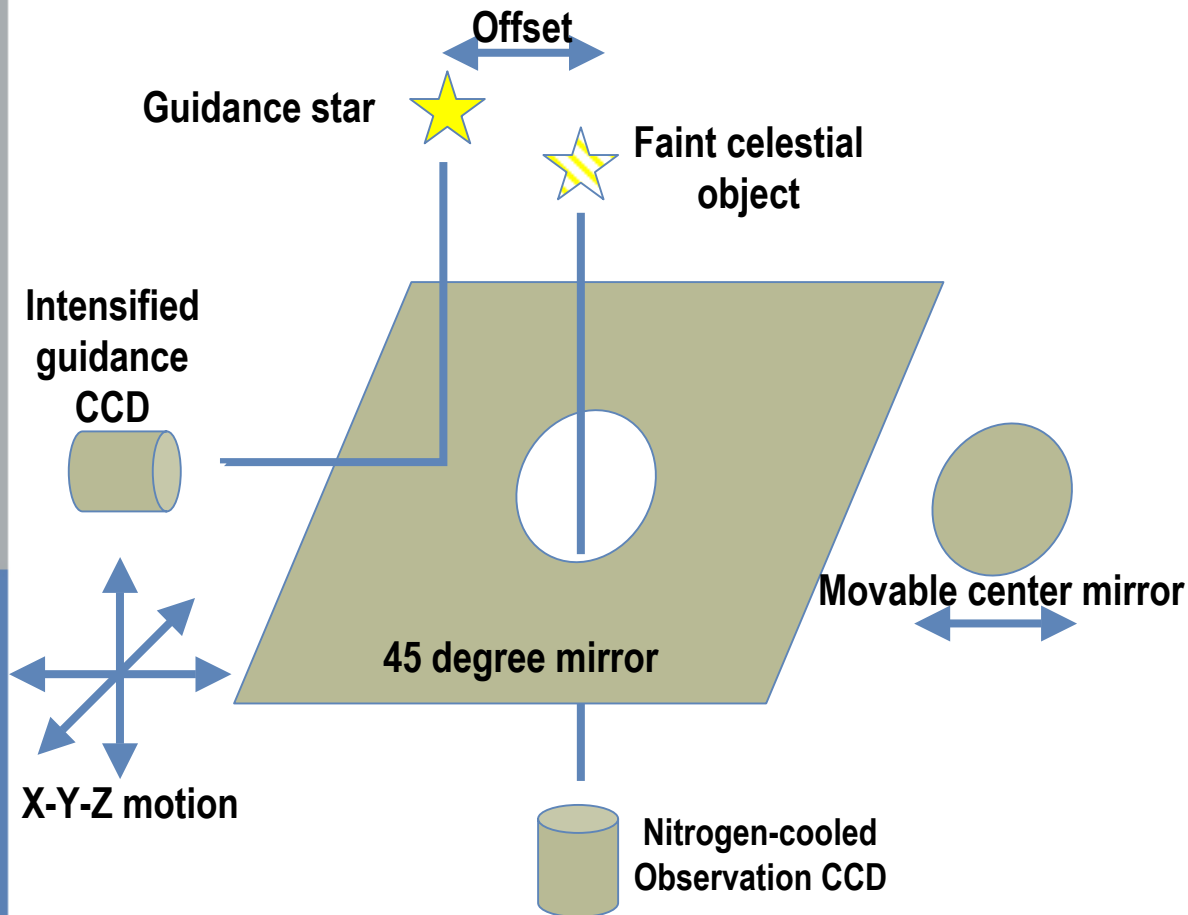
Telescopio equatoriale di S.Pedro Martir (Bassa California, Messico), diametro specchio 2,1 m



Courtesy of Graftek Consulting

[ni.com](http://ni.com)

# Principio di Funzionamento dell'Offset Guider

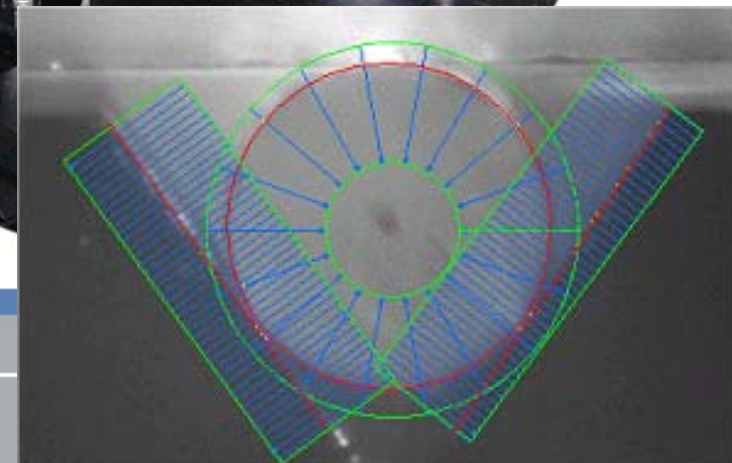
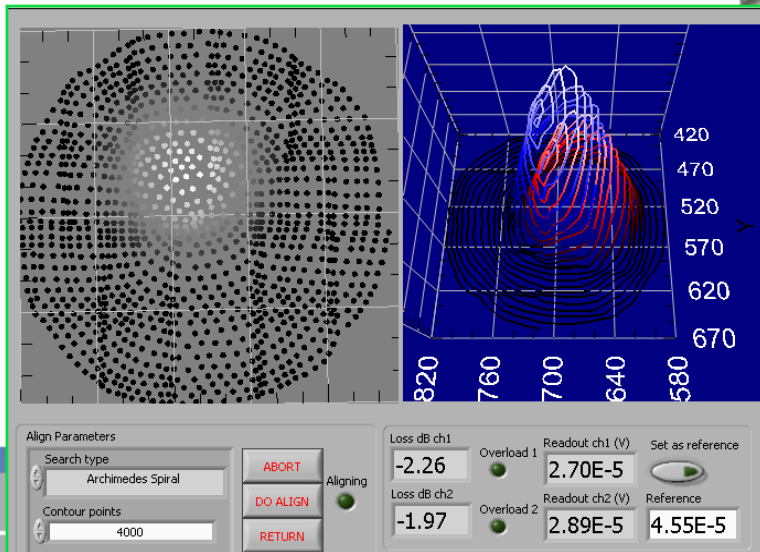
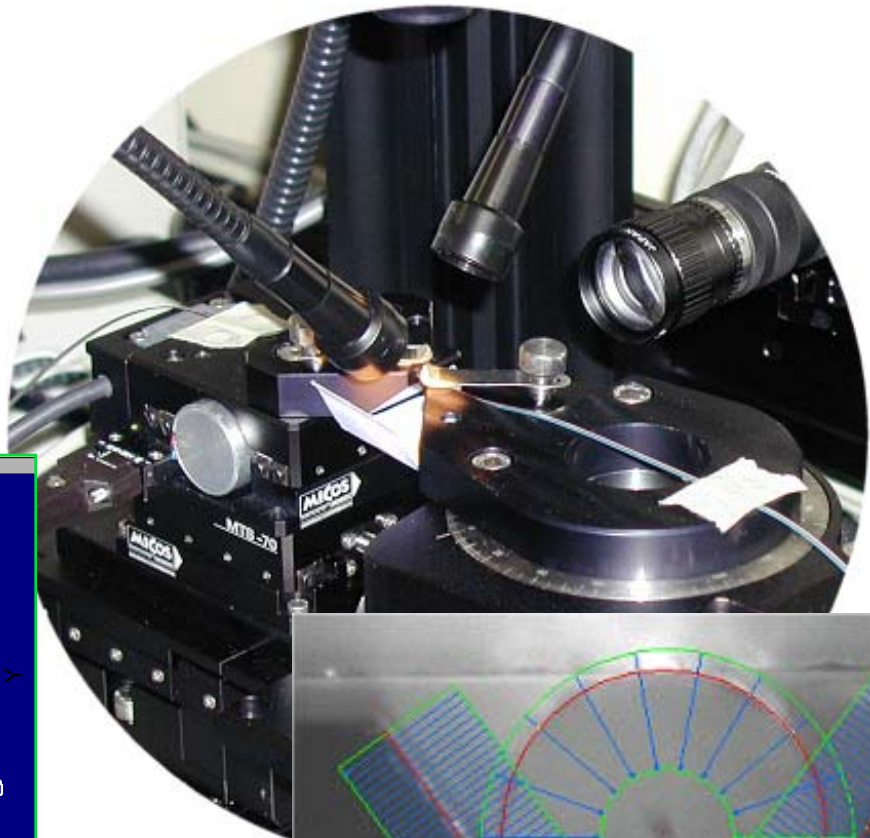


Imaging e Motion Control erano già disponibili in LabVIEW parecchi anni prima dell'annuncio ufficiale della libreria di visione di LabVIEW. Nel 1994, in collaborazione con l'Osservatorio Astronomico di Brera, Milano, è stato sviluppato un offset guider per un telescopio con specchio di 2,1 m, utilizzando LV 2.1 su un computer MacIntosh.

L'installazione è avvenuta in Bassa California, Messico. Con questo sistema il telescopio è in grado di seguire corpi celesti deboli, ad esempio galassie remote, con una precisione di 1 pixel nell'arco di parecchie decine di minuti.

# Un'applicazione complessa di micromeccanica: allineamento e bonding di Fibre Ottiche

Imaging, motion control e acquisizione dati vengono integrati per eseguire l'allineamento rapido e automatico delle fibre (singole e multiple). Il preallineamento viene ottenuto mediante l'imaging, mentre le funzioni sincronizzate di motion control e acquisizione dati individuano il picco massimo di emissione e mantengono l'allineamento durante il processo di giunzione e incollaggio.

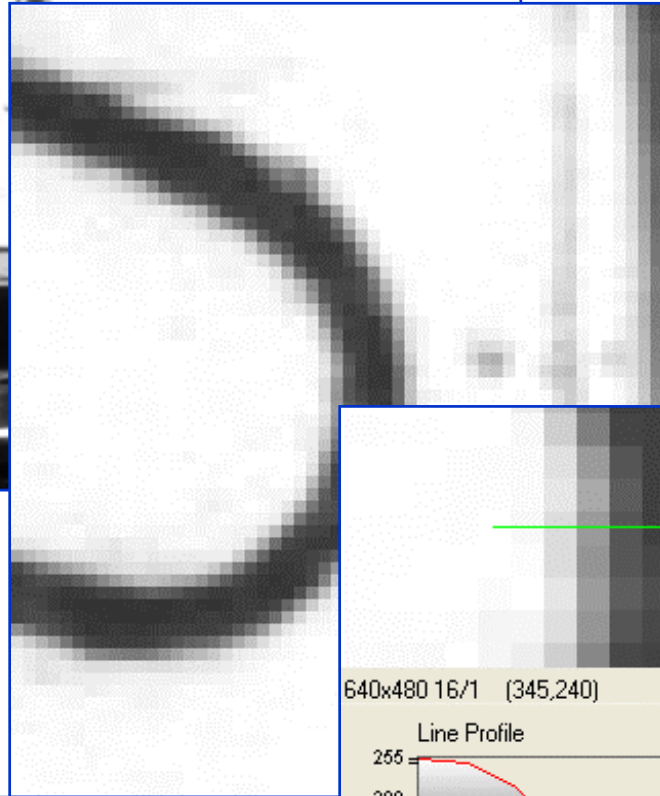
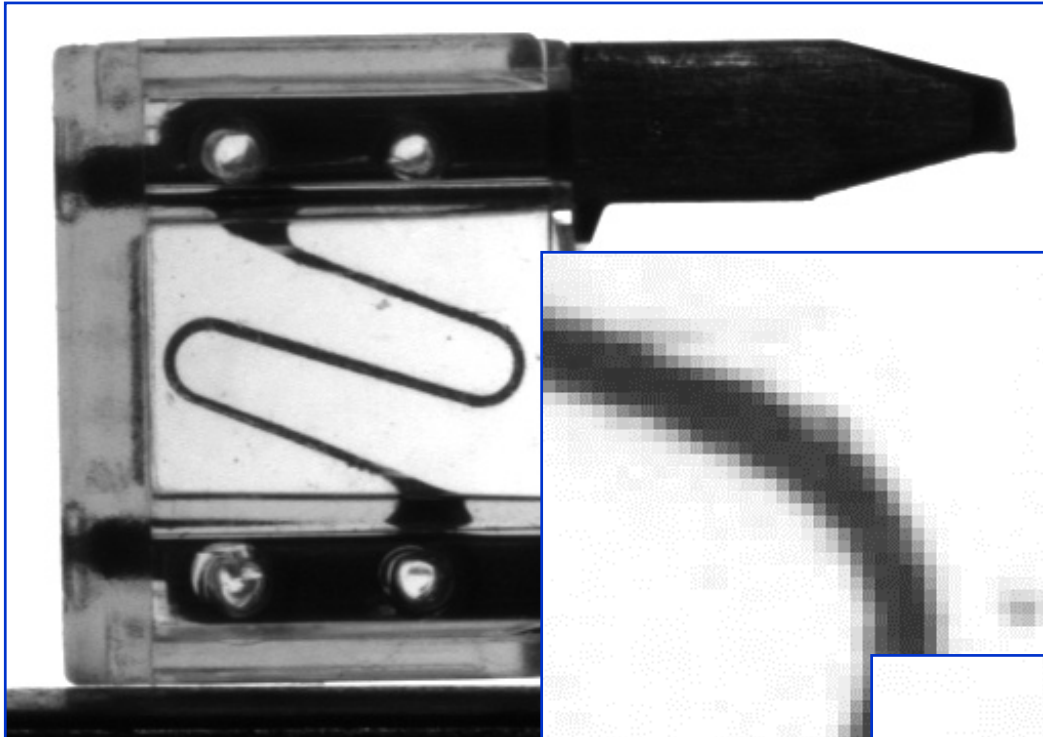


• **Qualche concetto di base .....**

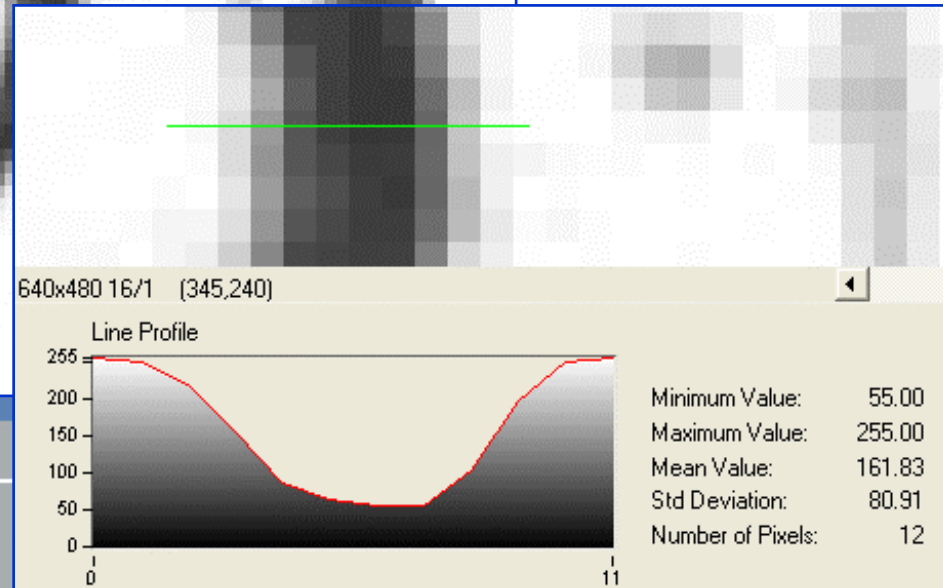
# Risoluzione, profondità, precisione, ....

- Risoluzione geometrica
  - Es. Sensore 1000x1000 pixel (10 x 10 micron)
- Profondità
  - immagine b&n a 8-bit: 256 livelli, nero=0, bianco=255
  - Immagine a 12-bit: 4096 livelli (dinamica estesa)
  - L'occhio umano discrimina approx 32 / 64 livelli
- Precisione
  - Un concetto piu' complesso .....
  - Stabilità della sorgente luminosa, sensore, h/w di acquisizione
  - Sub-pixelling
  - Distorsione ottica / risoluzione ottica / MTF / .....

# Risoluzione, profondità, precisione, ....(cont'd)

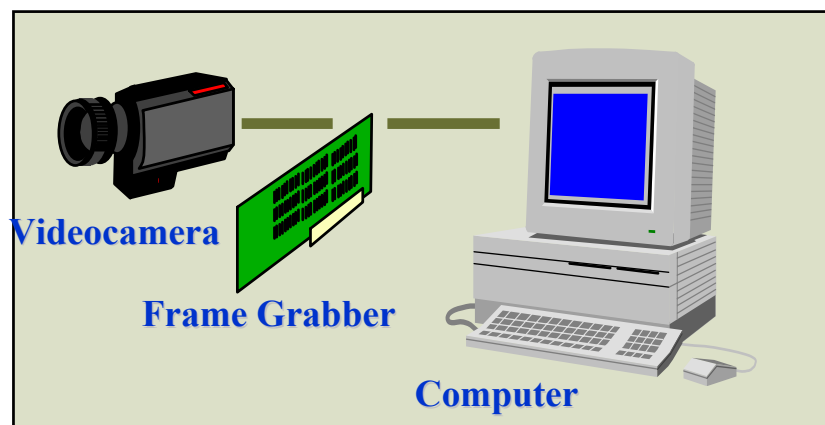


220	155	086
220	149	087
230	157	094



# La 'catena' di acquisizione e trattamento

- Videocamera
  - Lineari, matriciali
  - CCD, CMOS
  - Analogiche, digitali
  - CCIR, 'asynchronous reset'
- Ottiche
  - Fisse / zoomabili
  - Telecentriche
  - Macro / micro
- Illuminazione
  - Alogena / fluorescente / alta frequenza
  - LED
  - Diffusa (DOAL, 'Cloudy day'), coassiale, .....
- Frame grabber
  - Analogici (CCIR standard, non-standard)
  - Digitali: LVDS, CameraLink
  - 1394 (Firewire)
- Tools software
  - Acquisizione, analisi, sviluppo
- Computer 'host'

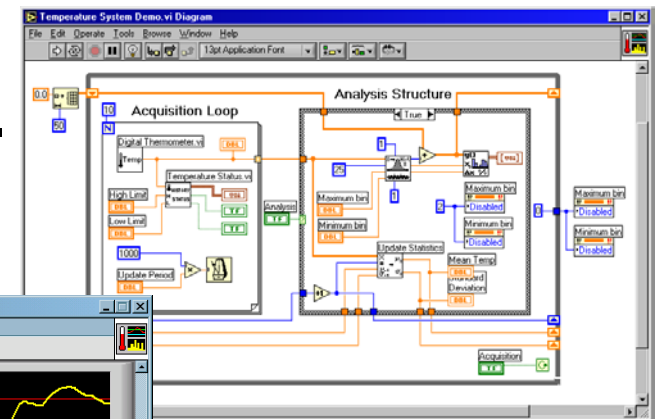
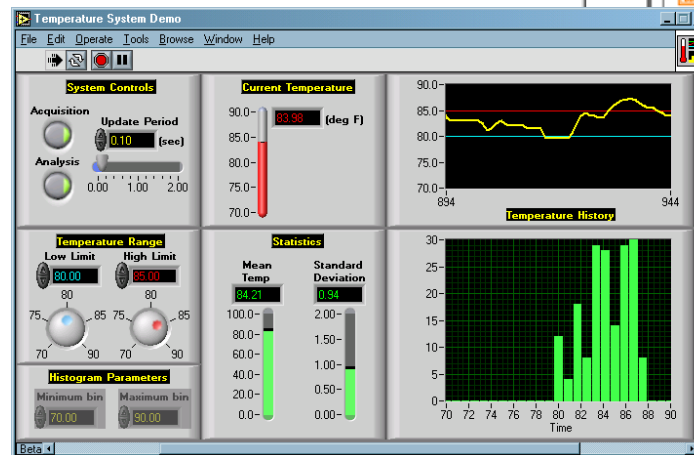




# I tools software .....

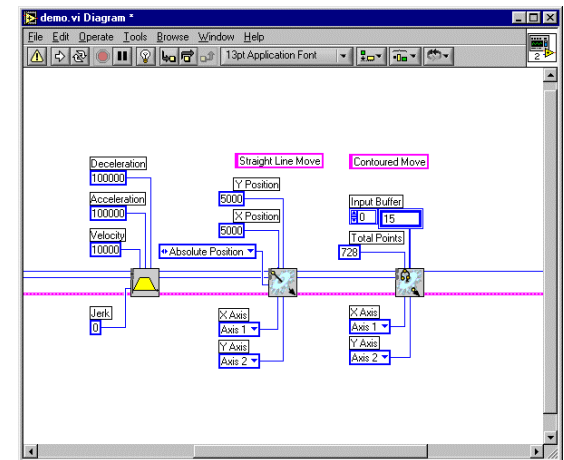
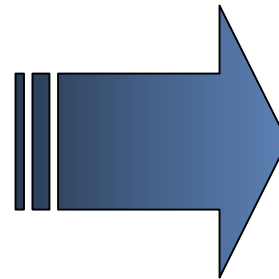
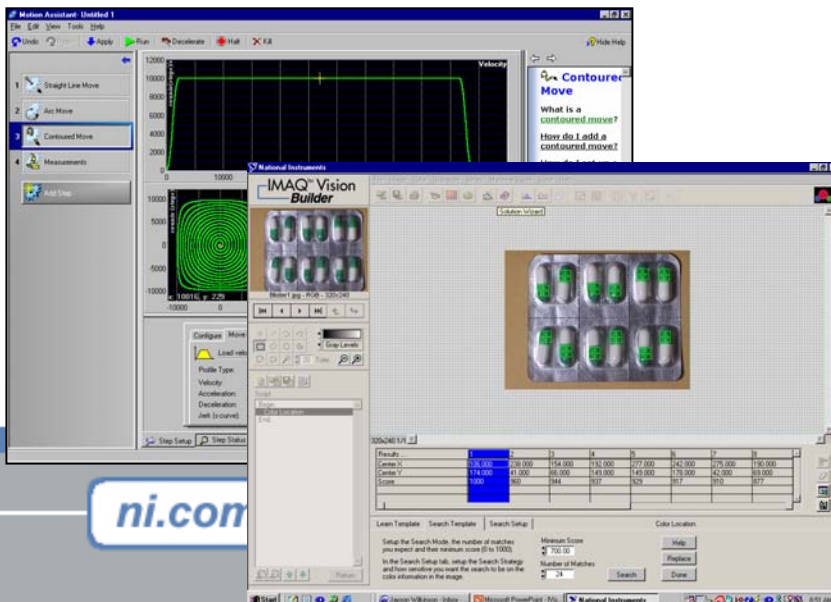
# Sviluppo s/w: come?

- LabVIEW e il linguaggio grafico vs. I linguaggi testuali (piu' o meno assistiti)
- Evitare gli estremismi 'religiosi'.....
- Un esempio nella sessione demo



# Programmable vs. Configurable

- Una diatriba di lunga data:
  - In origine i sistemi ‘giapponesi’.....
- Flessibilita’ della programmazione vs. low-cost (e rigidita’) dei sistemi configurabili
- NI propone entrambi con una migrazione da ‘configurable’ a ‘full programmable’
- Il software fa la differenza



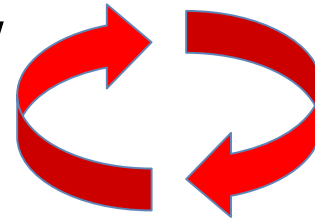
# Risolvere un problema di Imaging

Si possono individuare due fasi:

1. Individuare il 'percorso della soluzione', cui seguiranno l'effettivo sviluppo, la codifica e l'integrazione. La prima fase non richiede alcuna programmazione, quanto piuttosto l'uso di strumenti interattivi che consentano al progettista di sperimentare, esplorare e valutare diverse strategie di soluzione: in breve, **sviluppare il concetto**.
2. Solo a questo punto si può passare alla seconda fase: lo **sviluppo dell'applicazione**.

# Risolvere un problema di Imaging: i tools software

- Acquisire: MAX
- Capire: Vision Builder
- Sviluppare: IMAQ library
- Configurare: VB AI



# Vision Builder

- Tutte le funzioni in menu drop-down
- Generazione di uno script
- Esecuzione in batch-mode
- Solution Wizard
- Performance meter
- “Builder File” for LabVIEW™, C/C++, Visual Basic (Measurement Studio™ )
- LabVIEW code generation

**Demo**

# Vision Builder AI

- AI sta per Automated Inspection !
- Due modalita': configurazione / esecuzione
- Funzioni molto avanzate / interfaccia molto semplificata
- Gestione di PASS / FAIL
- Pilota direttamente linee di I/O e seriali
- LabVIEW code generation

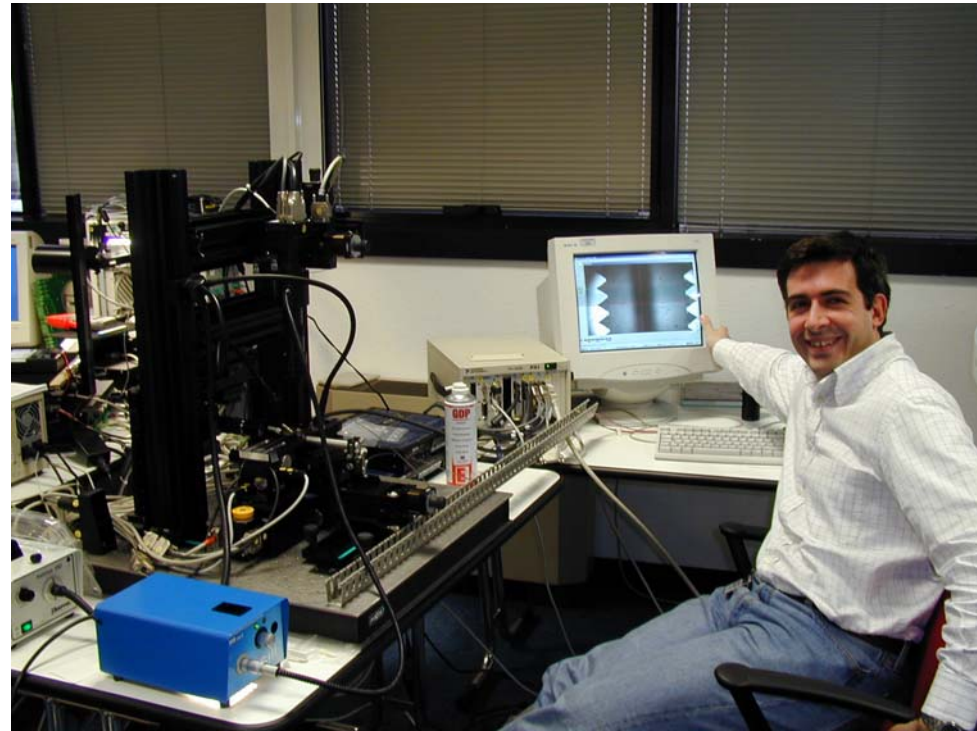
**Demo**

# •L'ImagingLab a Milano .....



# L'ImagingLab di Milano e la sua missione

L'elaborazione di immagini e la visione artificiale hanno dato origine a una nuova forma di misura non a contatto, trovando ampia diffusione negli ambienti industriali e scientifici. Tuttavia, la conoscenza teorica deve essere integrata da una solida esperienza pratica, al fine di garantire il pieno successo dell'implementazione dei sistemi.



La **missione del laboratorio** è assistere i nostri clienti nell'analisi e nella progettazione di **sistemi di visione completi**. L'attività del laboratorio non si limita alla fornitura di prodotti hardware e software, né è finalizzata alla realizzazione di sistemi chiavi in mano (completi). Il team dell'ImagingLab mette la propria esperienza nel campo interdisciplinare dell'imaging e della visione artificiale a disposizione di utenti finali e integratori, per gestire correttamente tutti gli aspetti della progettazione di un sistema: dall'architettura di sistema alla scelta dei componenti, dall'identificazione degli algoritmi alle prestazioni complessive.

# Gli utenti dell'ImagingLab e le sue attività

## A chi si rivolge l'ImagingLab

- Il laboratorio si rivolge a OEM, utenti finali, (clienti), integratori di sistemi e Alliance Member, con o senza una precedente esperienza di elaborazione d'immagini / visione artificiale.

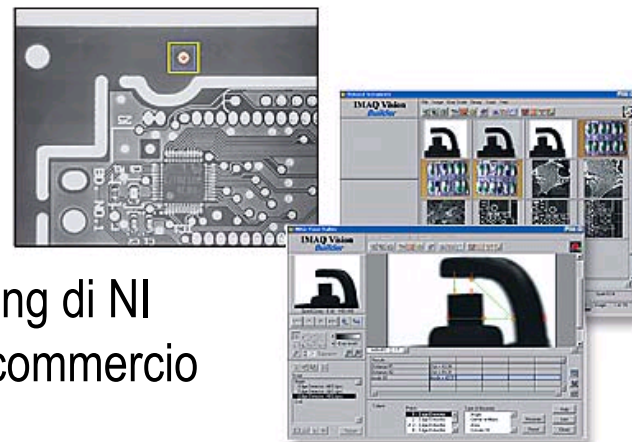
## Cosa facciamo e cosa non facciamo

- Le attività del laboratorio spaziano da **semplici demo e dimostrazioni concettuali** a **studi di fattibilità completi** e comprendono servizi di formazione e consulenza. Il laboratorio non sviluppa sistemi e applicazioni chiavi in mano. Clienti / utenti finali che desiderano questo tipo di servizio vengono assegnati ai nostri Alliance Members, una rete di system integrator certificati da NI.

# Know-how

## Il know-how del laboratorio nasce da:

- Formazione accademica
- Una lunga esperienza pratica sui sistemi
- Una conoscenza approfondita degli strumenti di imaging di NI
- La conoscenza dei prodotti complementari non-NI in commercio



## Strumenti hardware & software

- Il laboratorio è attrezzato con tutti gli strumenti hw e sw necessari:
  - Una gamma completa di frame grabber analogici e digitali di National Instruments in formato PCI e PXI
  - Telecamere (scansione lineare e di area, B/N e colore, CCIR e progressive) delle maggiori marche quali Sony, Basler, Dalsa, Jay, ecc., e telecamere termografiche FLIR
  - Una gamma completa di ottiche e illuminatori
  - Una gamma completa e aggiornata di strumenti software

# Il Team dell'ImagingLab

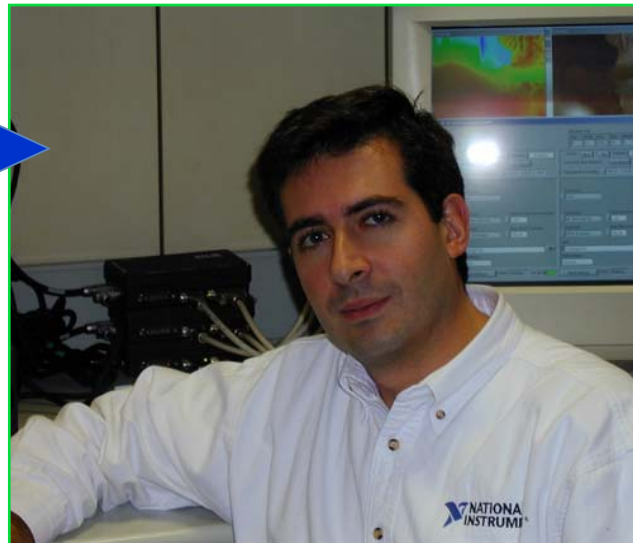


**Ignazio Piacentini** si è diplomato in Ingegneria Nucleare a Milano nel 1974 e ha conseguito un Master of Science Degree presso il Polytechnic of Central London, Regno Unito, nel 1987. Fino al 1991, alle dipendenze della Commissione Europea, ha progettato sistemi di acquisizione dati e di controllo per grandi esperimenti di fusione termonucleare. L'imaging, allora agli albori, veniva utilizzato per la guida dei robot e la manutenzione remota. E' stato fondatore e direttore tecnico di Graftek Italia. Alla fine del 1999 ha assunto l'attuale ruolo in NI come Business Development Manager for Imaging and Motion in Europa.



**Marco Quaglia** si è diplomato in Elettronica nel 1989 presso l'Istituto Galileo Galilei di Milano. Ha quindi seguito corsi di formazione post-diploma in automazione e programmazione avanzata in C++. E' entrato in NI nel 1991 e vanta una profonda conoscenza di gran parte dei prodotti NI, sia hardware sia software. Marco vanta un'ottima esperienza nell'integrazione di Motion Control, Imaging e DAQ.

**Fabio Selleri** si è laureato in Informatica presso l'Università di Milano nel 1994, con una tesi sull'imaging per l'identificazione e la classificazione delle cellule HIV-positive. E' quindi entrato in Graftek Italia Srl, un Alliance Member di NI.. In Graftek ha gestito diversi progetti di imaging, di carattere sia scientifico sia industriale, non solo nello spettro visibile ma anche nei campi di IR, UV e raggi X. Fabio unisce un'eccellente formazione accademica a numerosi anni di esperienza sul campo. Nel 2001 è entrato nell'Imaging Team di NI ed è responsabile dell'ImagingLab.



# Come contattarci

Tel **02-41309295**  
**02-413091**

Email **imaginglab@ni.com**

Web **ni.com/italy**

# Camera advisor

[www.ni.com/camera](http://www.ni.com/camera)

Compatibilita' videocamere, caratteristiche, file di configurazione, cavi, etc...

**Camera Advisor**

Welcome to the National Instruments Camera Advisor for Machine Vision and Scientific Imaging! The Camera Advisor is your resource for finding the best camera for your machine vision or scientific imaging system. You can search and compare cameras by manufacturer, by specific model name, or by the specifications most important to you.

[List of NI tested and approved cameras.](#)

**Search**

**Manufacturer**     
Note: Use the [Ctrl] or [Opt] key to select multiple items.

**Model**

**Scan Type**  ?

**Interface Type**  ?

**Analog Interfaces**

**Video Color**  ?

**CCD Sensor Size**  **Inches**  ?  
 **Millimeters**  mm  mm

**External Comments**

# Domande e risposte