



TECNICA E METODOLOGIA PER L'INVESTIGAZIONE DI IMMAGINI DIGITALI

M. Fontani, M. Iuliani, A. De Rosa, A. Piva

FORLAB

University of Florence

marco.fontani@forlab.org



SCENARIO

➤ Ogni minuto:



100h video caricati su Youtube [Youtube website]



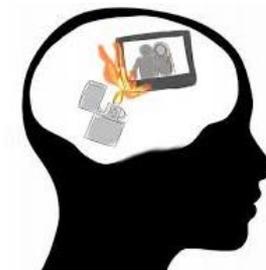
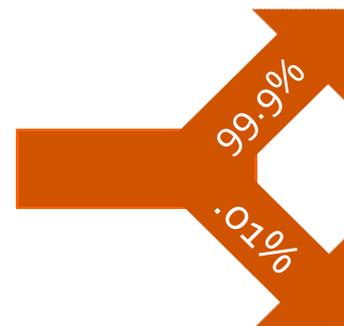
12h di audio caricati on SoundCloud [SoundCloud blog]



136.000 foto caricate su Facebook [The Social Skinny]

➤ Al termine di questa presentazione

- 45.000 nuovi video
- 4.500 nuovi audio
- 4.000.000 nuove immagini



4.000+
nuove
POTENZIALI
prove!

IMMAGINE DIGITALE COME FONTE DI PROVA?



1. Sì, purché sia:

- Integra
- Autentica



2. Una miniera di informazioni:

- **DOVE** è stata acquisita
- **QUANDO** è stata acquisita
- **DA CHI** è stata acquisita
- **CARATTERISTICHE FISICHE** degli oggetti rappresentati

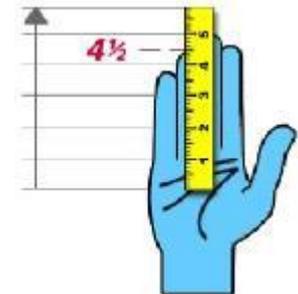


IMMAGINE DIGITALE COME FONTE DI PROVA?



1. Sì, purché sia:

- Integra
- Autentica



2. Una miniera di informazioni:

- **DOVE** è stata acquisita
- **QUANDO** è stata acquisita
- **DA CHI** è stata acquisita
- **CARATTERISTICHE FISICHE** degli oggetti rappresentati





INTEGRITÀ & AUTENTICITÀ

- Grande difetto dei contenuti digitali: la facilità di manipolazione (volontaria o meno)!

AUTENTICITÀ

≠

INTEGRITÀ

Il contenuto è una rappresentazione fedele di un fatto reale

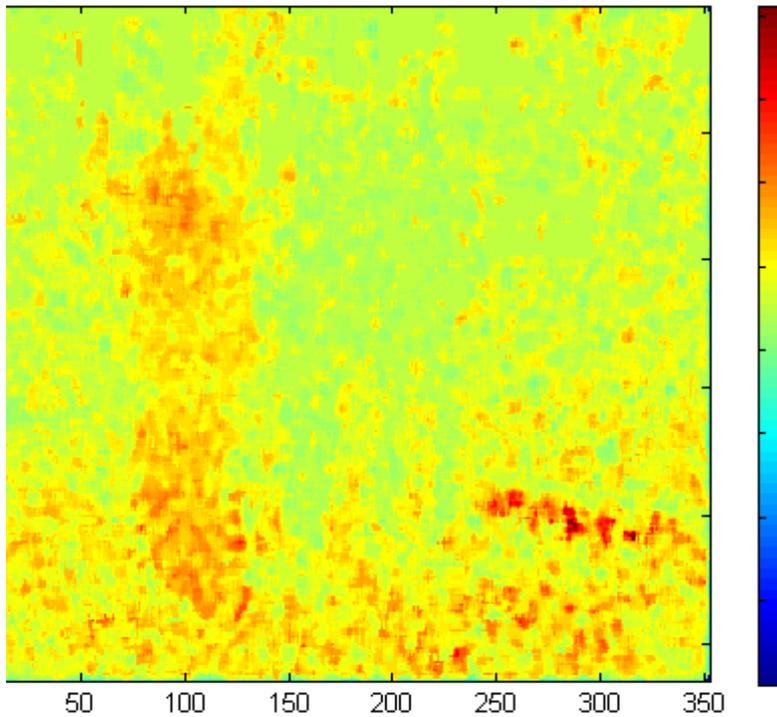
Il contenuto è stato preservato senza alcuna alterazione

Operazione	Autenticità	Integrità
Compress. JPEG	OK	NO
Upload&Download Facebook	OK	NO
Upload&Download Dropbox	OK	OK
Manipolazione pixel	NO (?)	NO
Apertura e salvataggio	OK	NO (?)

AUTENTICITÀ



AUTENTICITÀ



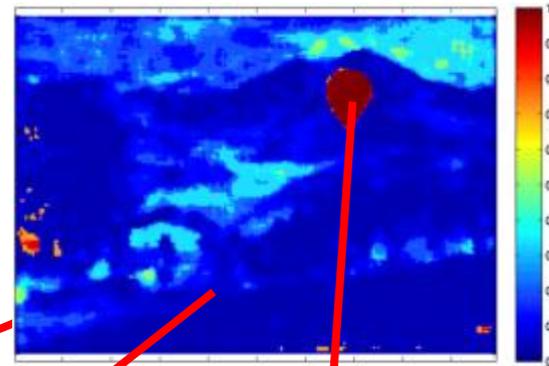
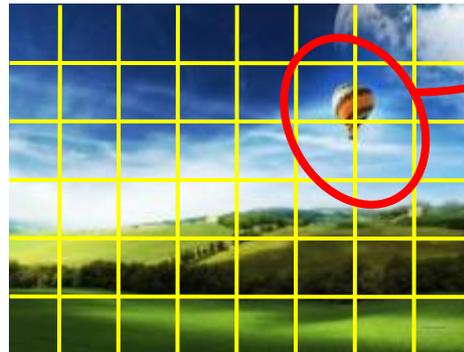
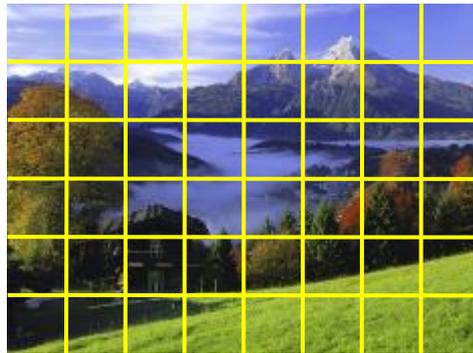
➤ Analisi tracce doppio JPEG

AUTENTICITÀ



VERIFICA AUTENTICITÀ

➤ Si può fare!!!



Doppia
compressione
JPEG **Allineata**

Doppia
compressione
JPEG **Non-Allineata**



INTEGRITÀ



Anomalie nei
metadati!

Make	NIKON
Camera Model Name	COOLPIX L1
X Resolution	300
Y Resolution	300
Resolution Unit	inches
Software	Adobe Photoshop CS3 Windows
Modify Date	2010:05:18
Y Cb Cr Positioning	Co-sited
F Number	3.9
ISO	50
Exif Version	220
Date/Time Original	2010:05:17
Create Date	2010:05:17
Compressed Bits Per Pixel	2
Exposure Compensation	0
Max Aperture Value	2.8
Metering Mode	Multi-segment
Light Source	Unknown
Focal Length	15.9 mm
User Comment	
Flashpix Version	100
Color Space	sRGB

IMMAGINI COME FONTI DI PROVA?



1. Sì, purché sia:

- Integra
- Autentica



2. Una miniera di informazioni:

- **DOVE** è stata acquisita
- **QUANDO** è stata acquisita
- **DA CHI** è stata acquisita
- **CARATTERISTICHE FISICHE** degli oggetti rappresentati





COMPOSIZIONE DEL FILE

FILE



- Header con Metadati
"descrizione del contenuto"
- Dati
"campioni del segnale"

Make	Canon
Model	Canon PowerShot A50
Orientation	top, left side
X Resolution	180 dots per inch
Y Resolution	180 dots per inch
Resolution Unit	Inch
Date/Time	2000:01:25 04:41:26
Shutter Speed Value	1/32 sec
Aperture Value	F5.6
Exposure Bias Value	0
Subject Distance	1.684 metres
Metering Mode	Center weighted average
Flash	No flash fired
Flash Mode	Flash off

10	10	10	10	10	10	10	10
10	10	10	50	50	10	10	10
10	10	50	90	90	50	10	10
10	50	90	90	90	90	50	10
10	50	90	90	90	90	50	10
10	10	50	90	90	50	10	10
10	10	10	50	50	10	10	10
10	10	10	10	10	10	10	10



METADATA DI UN'IMMAGINE

- Alcuni scritti dalla fotocamera, altri forniti dal fotografo, altri ancora dal software di fotoritocco
- Più comuni: metadati Exif (EXchangeable Image File Format)
 - Definiti dalla JEIDA (Japan Electronic Industry Development Association <http://it.jeita.or.jp/jhistory/index-e.html>)
 - I *tag* definiti nello standard EXIF coprono un vasto insieme di informazioni

METADATA EXIF



- Marca e modello della camera
- Data/ora acquisizione
- Data/ora ultima modifica
- Software di elaborazione usato
- Geolocalizzazione

Path: C:\Users\piva\Desktop
WIGO\

Filename: IMG_2290.JPG
Dimensions: 4272 x 2848, 72dpi
File Size: 4606768 byte
Create Time: 2012-01-31
18:27:00
Write Time: 2011-02-27 17:14:24

User Comment:

Entry	Meaning	T
Image		
• Make	Canon	01
• Model	Canon EOS 450D	01
• Orientation	top/left	01
• X Resolution	72	01
• Y Resolution	72	01
• Resolution Unit	inch	01
• Date Time	2011-02-27 16:14:23	01
• YCbCr Position...	co-sited	02
• Exif IFD Pointer	Offset: 196	87
Camera		
• Exposure Time	1/60"	82
• F Number	F5.6	82
• Exposure Prog...	Portrait mode	88
• ISO Speed Rati...	400	88
• Exif Version	Version 2.21	90
• Date Time Orig...	2011-02-27 16:14:23	90

SOURCE IDENTIFICATION



- Livello 1: tipo



- Livello 2: modello



- Livello 3: dispositivo



SN 000111101



SN 000111103

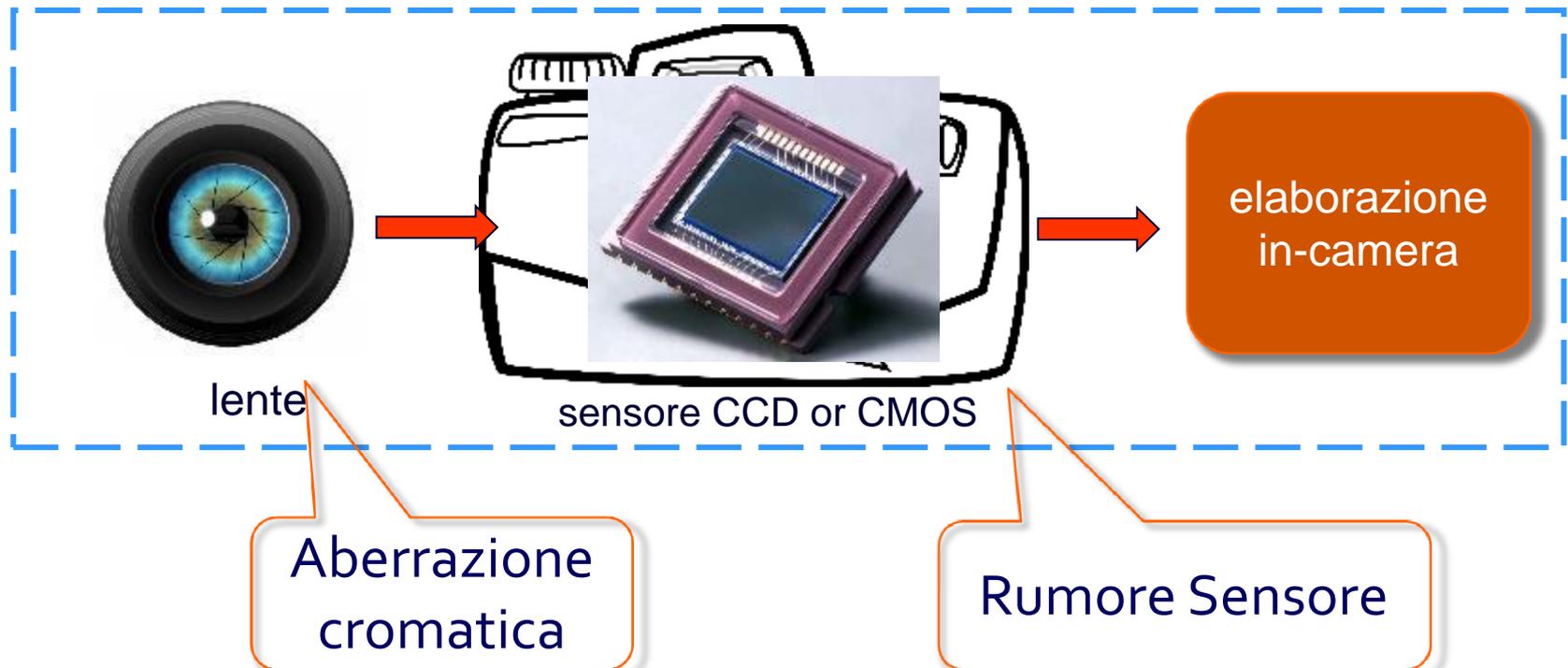


SN 000111106



IMPRONTE DI ACQUISIZIONE

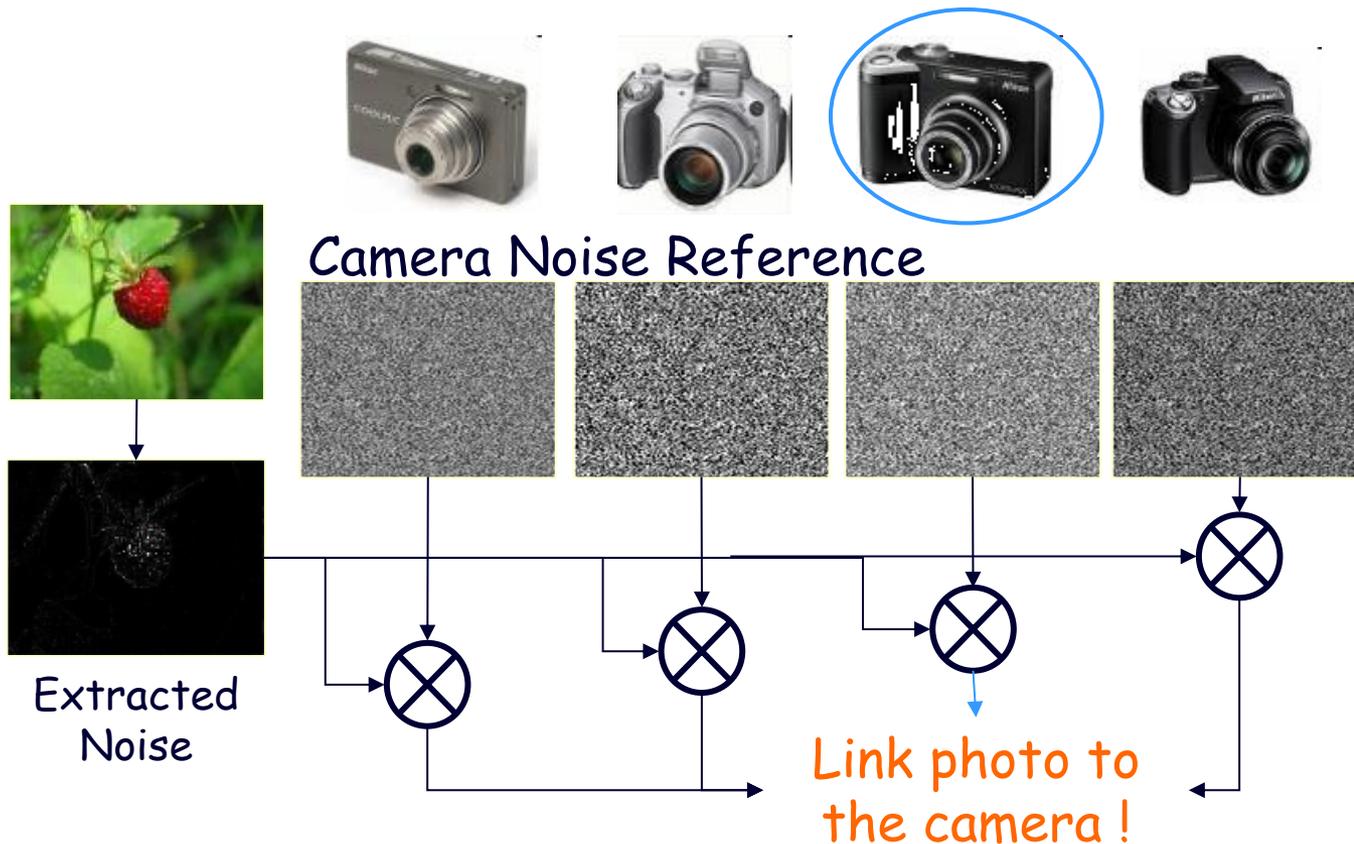
- Ogni passo del processo lascia tracce!



IMPRONTE DI ACQUISIZIONE

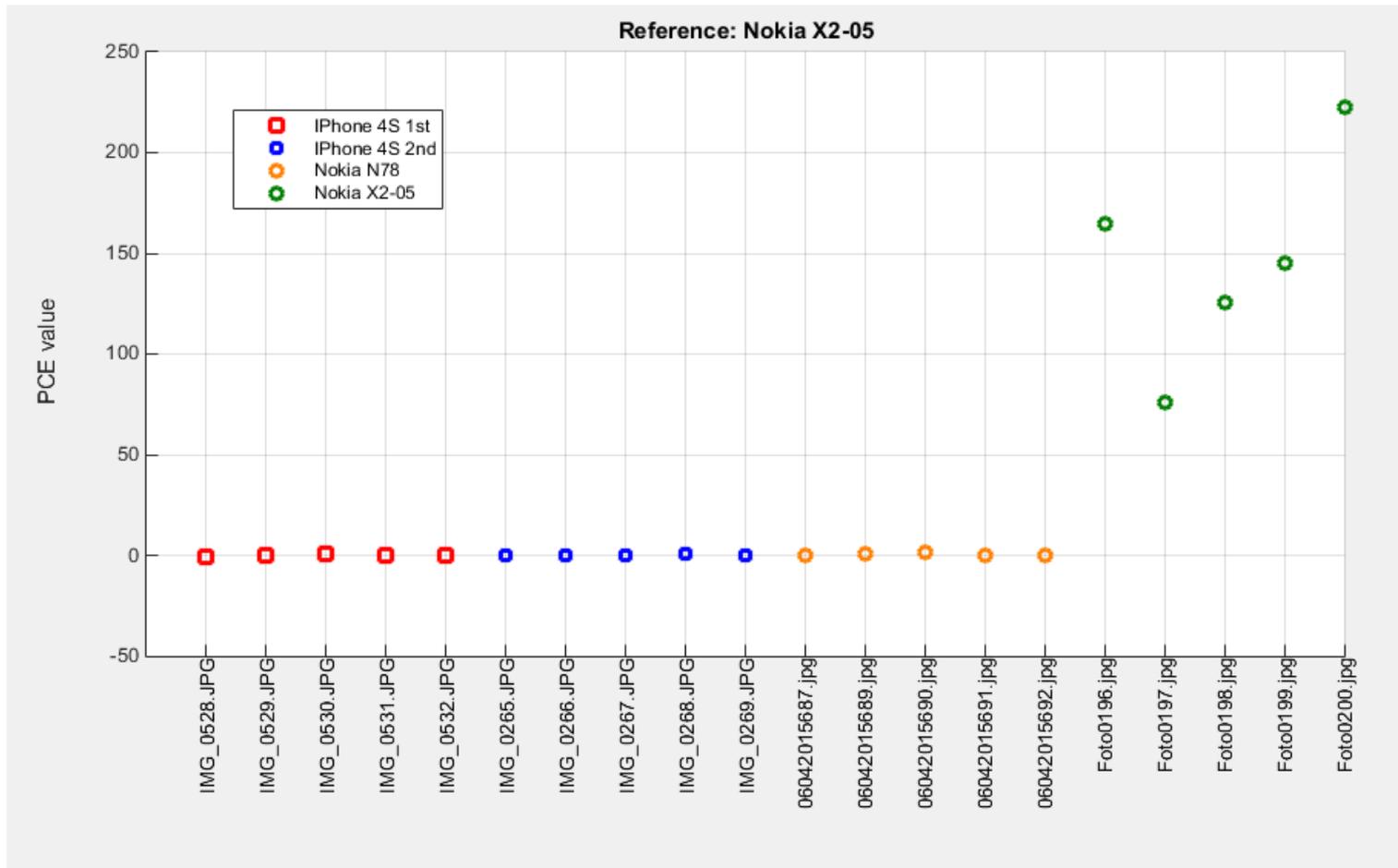


➤ Photo Response Non Uniformity (PRNU)





FUNZIONA!



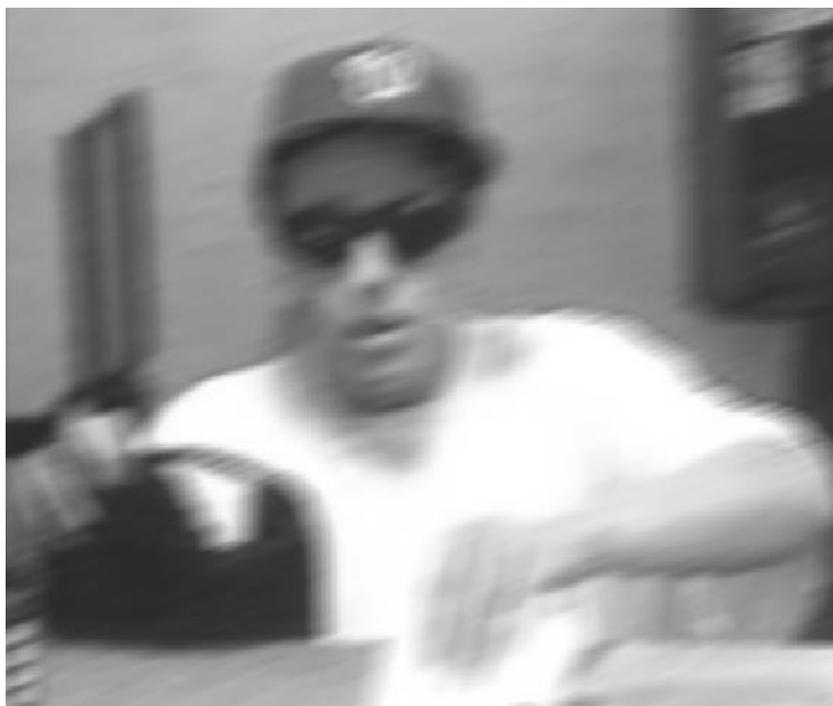


MIGLIORAMENTO

- In molti casi abbiamo a che fare con immagini degradate:
 - Sfocature
 - Basso contrasto/luminosità
 - Forti distorsioni dovute alla lente
 - Etc.

- Alcuni difetti possono essere corretti o almeno compensati!
 - Deblurring
 - Miglioramento del contrasto
 - Undistortion

ESEMPI: DEBLURRING



ESEMPI: DEBLURRING

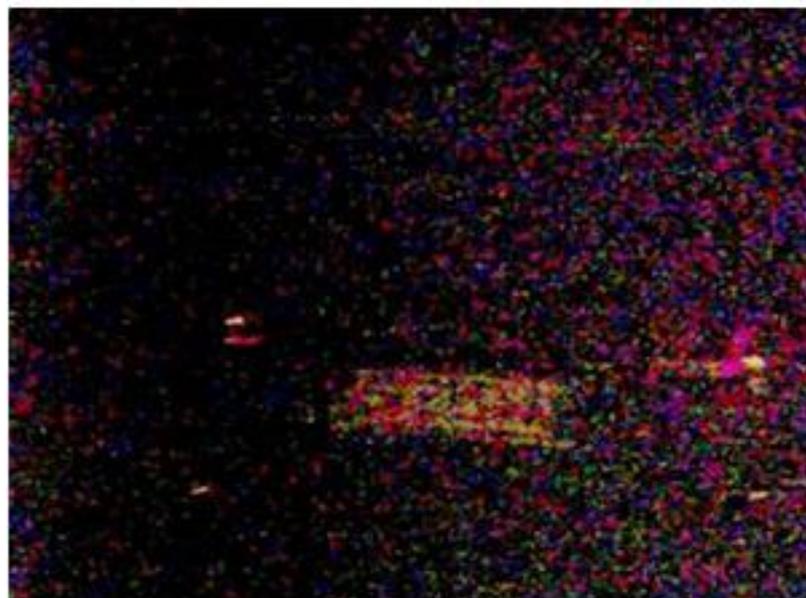




ESEMPI: CORREZIONE PROSPETTIVA



ESEMPI: MIGLIORAMENTO FILMATO BUIO



ESEMPI: CORREZIONE DISTORSIONE





ANALISI

- Una volta migliorato, il contenuto può essere analizzato per:
 - Estrarre misure fotogrammetriche (lunghezze, velocità, etc.)
 - Confrontare oggetti in base a forma e/o colore
 - Confrontare volti
 - Isolare componenti di interesse
 - Etc.

ESEMPI: MISURA OGGETTI

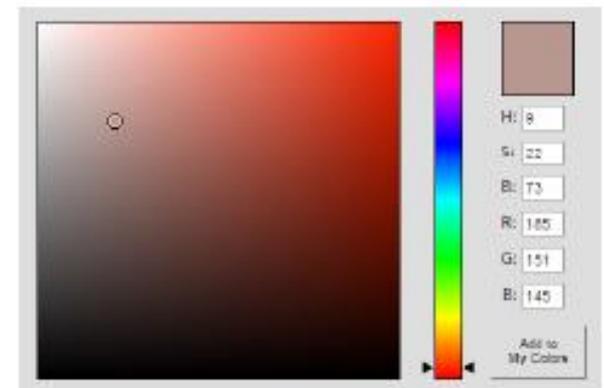
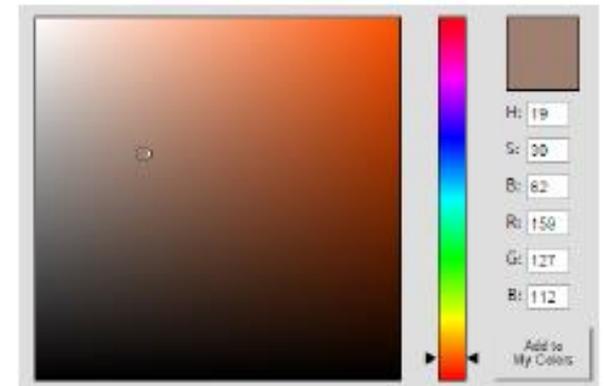
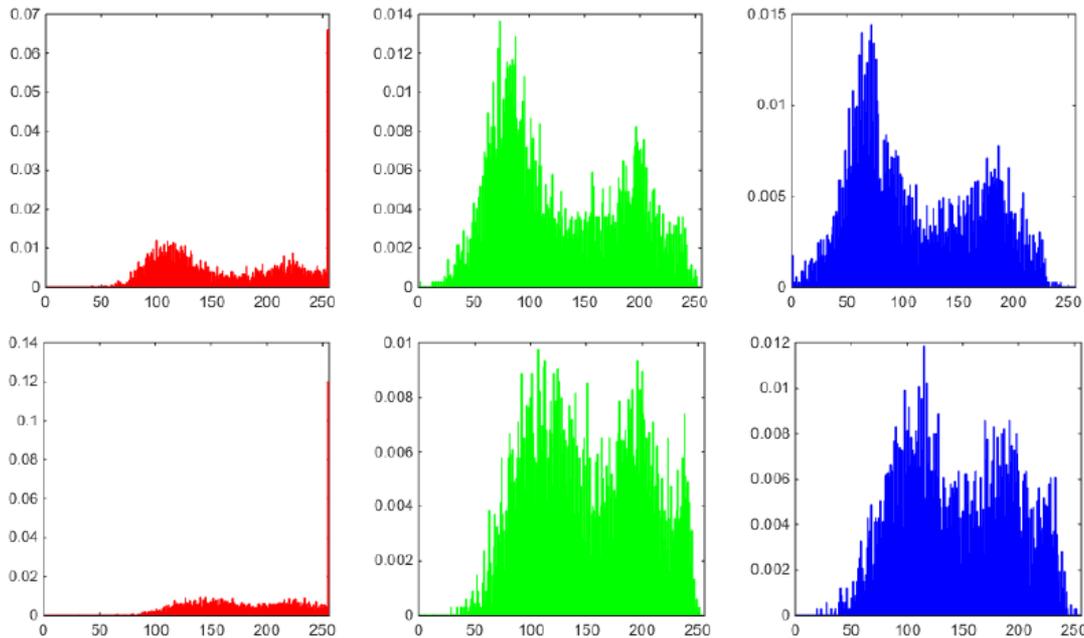


ESEMPI: STIMA ALTEZZA





CONFRONTO COLORE





ANALISI DEI RISULTATI

- Per ottenere elementi di prova **solidi e spendibili in giudizio**:
 - Testare e documentare l'autenticità e l'integrità di un contenuto prima di ammetterlo come prova
 - Usare strumenti riconosciuti e ben documentati per ogni analisi
 - È l'insieme che fa la forza!



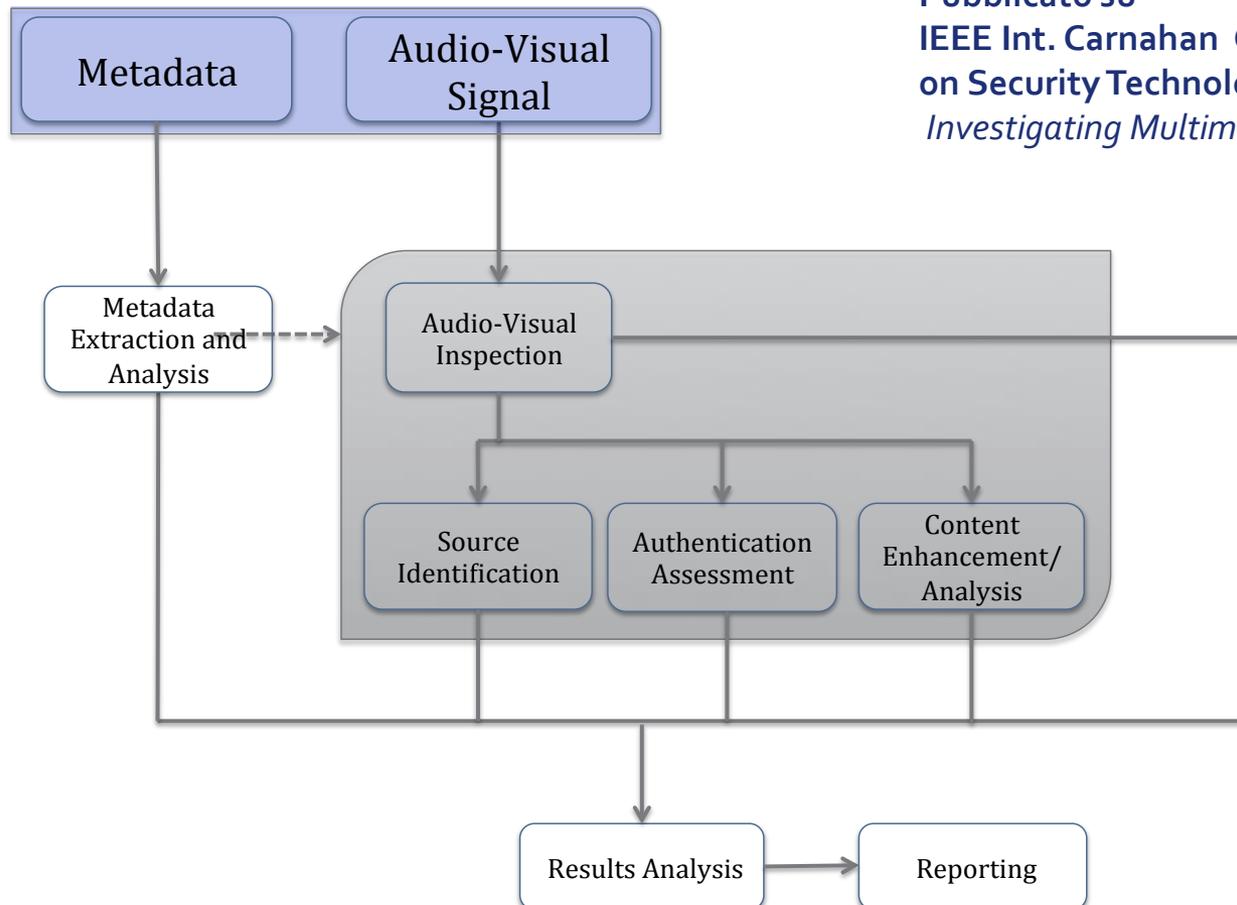
STESURA RELAZIONE

- Difficoltà di trasmettere considerazioni scientifiche alla parte legale
- Regole chiave :
 - Dati digitali -> rispettare la Catena di Custodia (ISO/IEC 27037);
 - Tecnologie di Multimedia Forensics -> lavori in corso!
 - ✓ ISO/IEC 27041 (appena uscita);
 - ✓ Principi di Daubert (ammissibilità della consulenza tecnica):
 - ✓ Teoria e tecniche siano **ampiamente accettate** da una comunità scientifica rilevante;
 - ✓ Teoria e tecniche siano state soggette a **peer review e** pubblicate;
 - ✓ Sia noto il **tasso di errore** potenziale

METODOLOGIA PROPOSTA



Publicato su
**IEEE Int. Carnahan Conference
on Security Technology 2014**
Investigating Multimedia Contents



Alcuni Tools & Software

➤ **Metadata Analysis**

- Exiftool (freeware)

➤ **Identificazione dispositivo sorgente**

- Authenticate by AMPED software (commerciale)
- JPEGsnoop - solo marca e modello (freeware)

➤ **Verifica autenticità**

- Authenticate by AMPED software (commerciale)
- FIAS by Forensic Media Solutions (commerciale)
- Fotoforensics.com (webservice freeware, v. condizioni d'uso! – commerciale)
- Siti web progetti di ricerca (es: progetto REWIND, freeware, richiede Matlab)

➤ **Miglioramento/Analisi**

- FIVE by AMPED software (commerciale)
- IMPRESS by IMIX (commerciale)
- VideoFOCUS by SalientSciences (commerciale)
- VideoCleaner (freeware)



GRAZIE!

Domande ?

Marco Fontani
marco.fontani@forlab.org

FORLAB,
Laboratorio di Scienze Forensi
www.forlab.org