

Investigare su Immagini e Video

Casi di Studio

Sebastiano Battiato

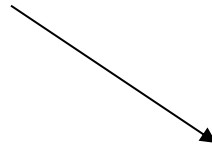
Dipartimento di Matematica e Informatica,
Università di Catania

Image Processing LAB – <http://iplab.dmi.unict.it>
battiato@dm.unict.it

Casi di studio

- Immagini Still
 - Supporto all'investigazione
 - Enhancement (o riscoperta di dettagli)
- Video
 - Rilievi Antropometrici (Corrispondenze e Compatibilità)
 - Ricostruzione di dinamiche
- Analisi dei formati
- Altro
 - Pagine Web (Cristallizzazione)

Esempio 1





Disallineamento [ingresso]

Linea 11 0 129

Traslazione 5 -768 768

- Linea 4 : 1
- Linea 11 : 5
- Linea 12 : 5
- Linea 13 : 10
- Linea 14 : 10

Aggiungi

Cancela

Elimina tutte

Esempio2 (source Interpol)



Degrado lineare non omogeneo

Un processo di degrado lineare ma non omogeneo di una immagine f può essere modellato mediante l'equazione generale:

$$\tilde{g}(i, j) = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^K f(k, l)h(k, l, i, j)$$

dove $f[N \times M]$ è l'immagine originale, $\tilde{g}[N \times M]$ è l'immagine degradata e h è la funzione di degrado.

Inversione della funzione di degrado

L'equazione generale può essere espressa in forma matriciale:

$$\tilde{g} = Hf$$

dove \tilde{g} ed f sono immagini in formato colonna (dimensione $[NM \times 1]$) e H è una matrice appositamente calcolata a partire dalla funzione h (dimensione $[NM \times NM]$). L'immagine può essere ripristinata invertendo la matrice H e calcolando:

$$\tilde{f} = H^{-1}\tilde{g}$$

dove H^{-1} è l'inversa di H e $\tilde{f}[NM \times 1]$ è l'immagine ripristinata in formato colonna.

Esempio: whirl transform

Nel 2007 un criminale pubblicò su internet delle immagini che ritraevano se stesso mentre compieva dei crimini. Per nascondere la propria identità, occultò la faccia mediante un filtro.



Conoscendo la formulazione matematica del filtro usato, fu possibile invertire la trasformazione e scoprire l'identità.

Esempio: whirl transform (2)

La distorsione geometrica può essere vista come lo spostamento dei pixel lungo una spirale definita dalla formulazione parametrica:

$$x(t) = x_0 + \alpha t \cos(\beta t)$$

$$y(t) = y_0 + \alpha t \sin(\beta t)$$

dove (x_0, y_0) è il centro della spirale, t è il parametro, α e β definiscono la forma della spirale.

Le coordinate intere (i, j) dell'immagine trasformata sono date da:

$$i = \lfloor i_0 + \alpha t \cos(\beta t) + 0.5 \rfloor$$

$$j = \lfloor j_0 + \alpha t \sin(\beta t) + 0.5 \rfloor$$

dove (i, j) è il centro della spirale in coordinate intere, $\alpha, \beta \ll 1$ e $t = 0, 1, 2, \dots$

Esempio: whirl transform (2)

L'effetto di "smoothing" può essere ottenuto sostituendo ad ogni pixel la media degli valori degli ultimi K pixel.

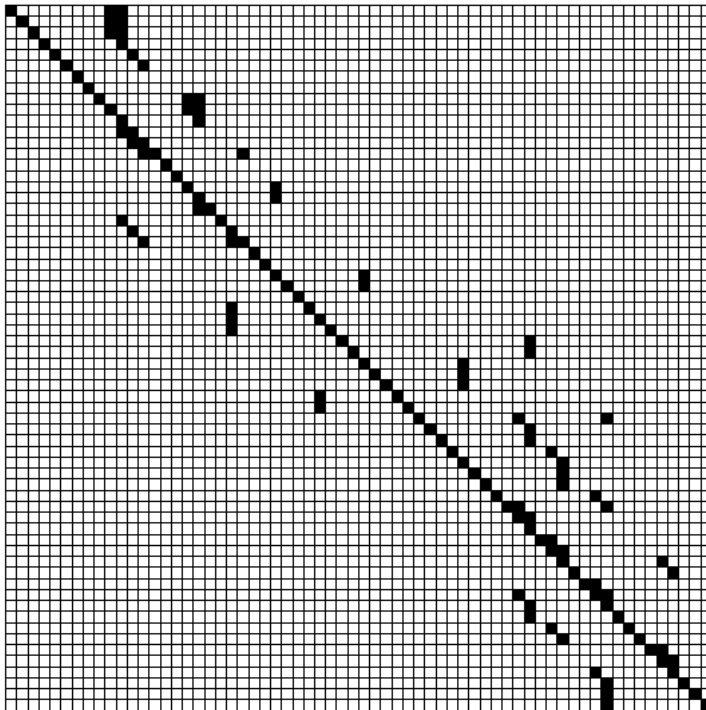
Ad esempio con $K = 3$, la funzione di trasformazione può essere definita come:

$$\begin{aligned} \tilde{g}([i_0 + \alpha t \cos(\beta t) + 0.5], [j_0 + \alpha t \sin(\beta t) + 0.5]) = \\ \frac{1}{3} \{ f([i_0 + \alpha(t-2) \cos[\beta(t-2)] + 0.5], [j_0 + \alpha(t-2) \sin[\beta(t-2)] + 0.5]) + \\ f([i_0 + \alpha(t-1) \cos[\beta(t-1)] + 0.5], [j_0 + \alpha(t-1) \sin[\beta(t-1)] + 0.5]) + \\ f([i_0 + \alpha(t) \cos[\beta(t)] + 0.5], [j_0 + \alpha(t) \sin[\beta(t)] + 0.5]) \} \end{aligned}$$

A partire da questa espressione è possibile ricavare H ed esprimere la trasformazione come: $\tilde{g} = Hf$.

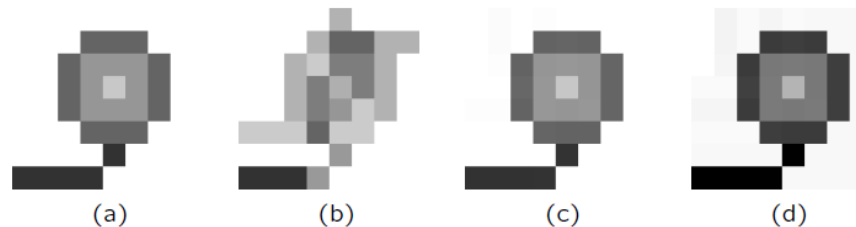
Esempio: ricostruzione di una immagine 8x8

Manteniamo la geometria a spirale ma, invece di fare la media dei K pixel precedenti, quando assegniamo un valore ad un dato pixel (i, j) , lo assegniamo a tutti i pixel intorno ad esso in una finestra di dimensione $(2L + 1) \times (2L + 1)$. La sovrapposizione di diverse "passate" crea un effetto di smoothing.



Esempio: ricostruzione di una immagine 8x8 (2)

- (a) Immagine originale $[8 \times 8]$;
- (b) Immagine trasformata mediante H;
- (c) Immagine ripristinata mediante l'inversione di H (i valori fuori dal range $[0,255]$ sono troncati);
- (d) Uguale a (c), dove i valori sono riportati nel range $[0,255]$.



Inversione di H

L'inversione di H tuttavia non è sempre banale (ad esempio per grandi matrici) e diversi metodi di approssimazione possono essere applicati a seconda della situazione.

Di seguito alcuni risultati relativi al metodo della discesa del gradiente.

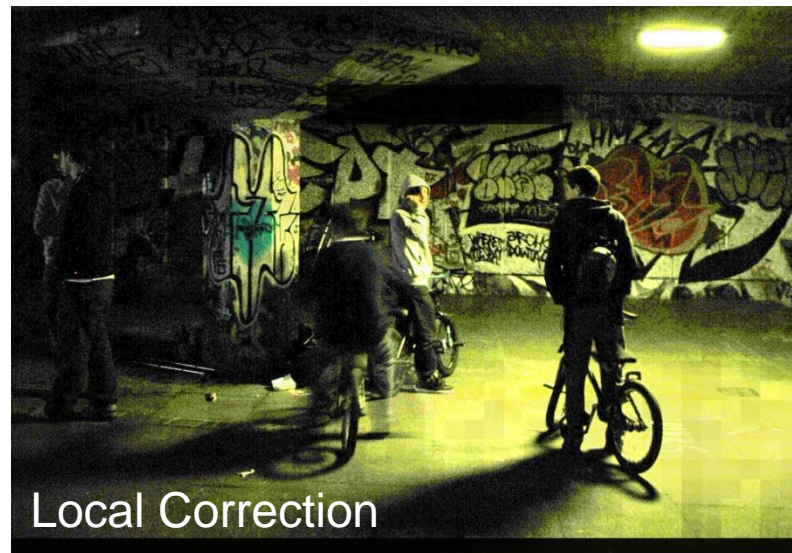
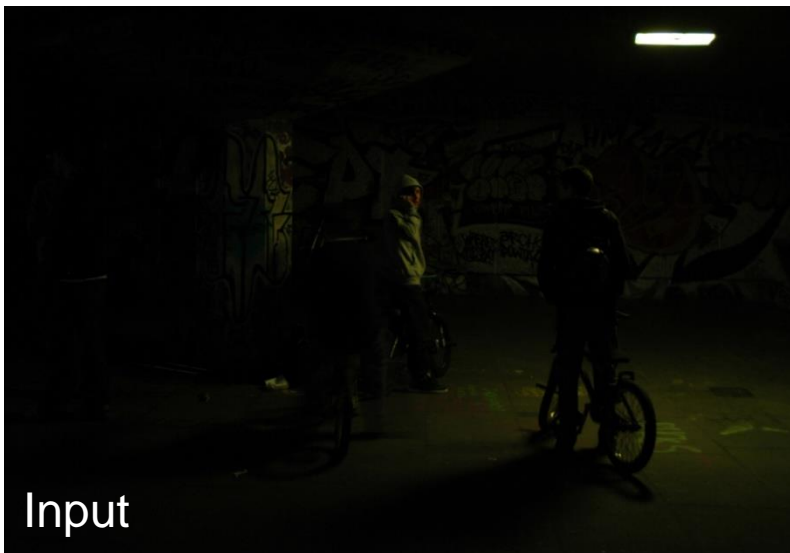


inversione di H mediante metodo di discesa del gradiente con diversi parametri

Contrast@IPLAB

- Le tecniche di miglioramento del contrasto di solito calcolano le statistiche per applicare il filtro facendo uso di considerazioni “**globali**”
- Risultati migliori in ambito forense si ottengono mediante **analisi locale (a blocchi)**
- Plug-in di Photoshop (versione beta)

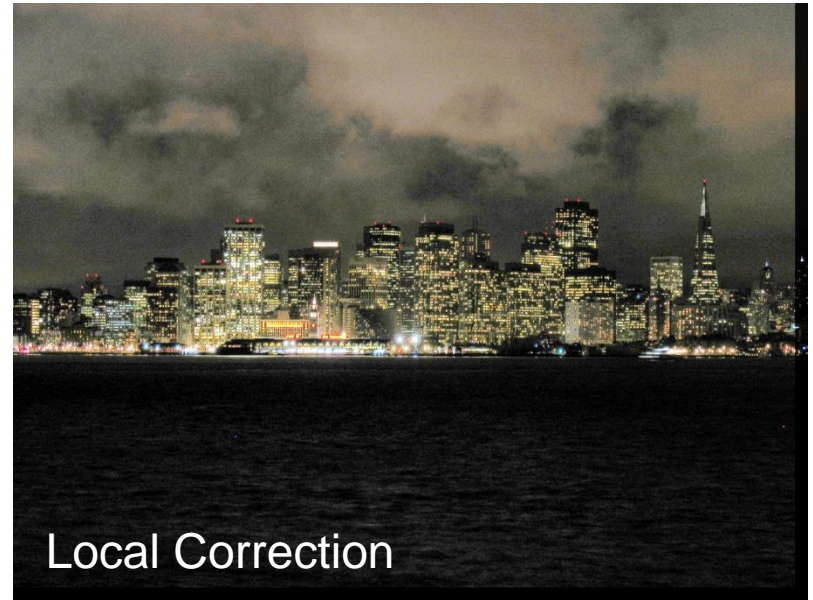
Experiments



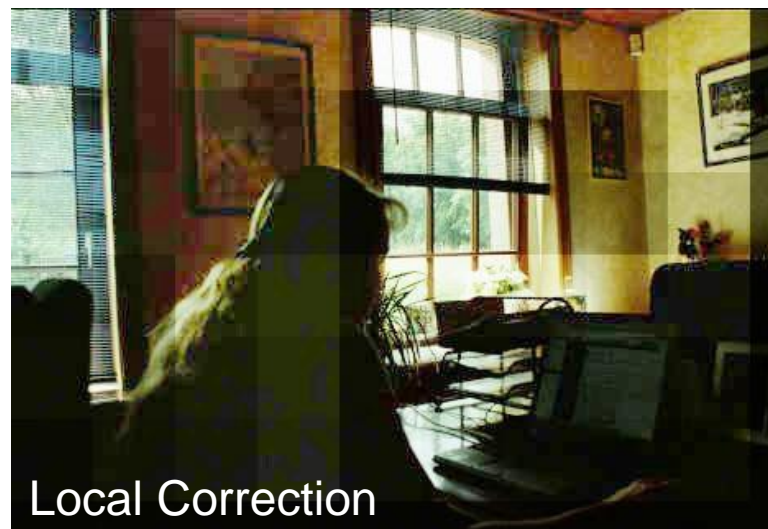
Experiments



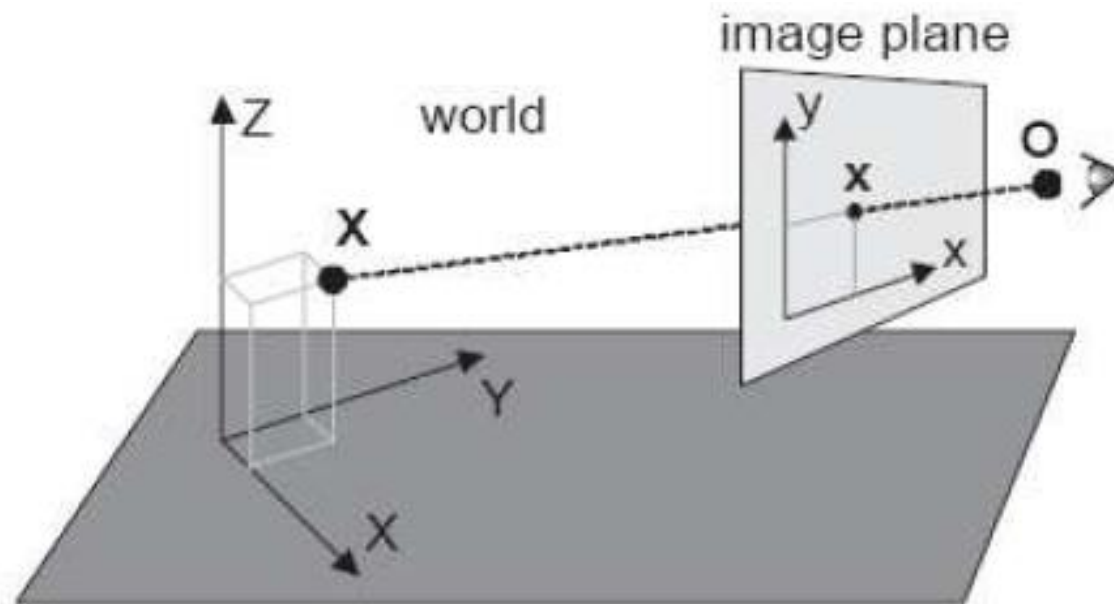
Experiments



Experiments



Fotogrammetria e Misure Antropometriche



Attenzione alla Prospettiva



<http://petapixel.com/2012/12/30/perspective-objects-in-pictures-are-not-always-as-they-seem/>

Misure Antropometriche

MISURE DEL CAPO

I caratteri del capo rilevabili alla semplice osservazione sono numerosi e nel loro complesso offrono all'osservatore esperto la possibilità di dedurre le informazioni essenziali al fine di definire il tipo fisionomico del soggetto studiato in riferimento a quelli convenzionali.

Al riguardo, condizione necessaria per un'agevole localizzazione dei punti craniometrici è senz'altro una buona nitidezza delle immagini in esame, non disgiunta dal fatto che i soggetti d'interesse siano ripresi in primo piano nel filmato.

Non meno importante è poi l'assenza di camuffamenti e/o anche di acconciature (capelli lunghi, barba e baffi) o di accessori che occultino in tutto o in parte le zone del volto su cui depistare i punti



Misure Antropometriche

MISURE DEL CORPO

Tra le misure corporee, la statura, o altezza corporea, è sempre stata considerata la misura principe di ogni sistema antropometrico. È evidente, infatti, che essa esprime con un sol dato la sintesi di un gran numero di fattori auxologici, genetici, ambientali e posturali che concorrono a determinare le dimensioni corporee.

La statura, tuttavia, non dice quanto dell'altezza sia da attribuire all'arto inferiore e quanto al tronco o alla testa: pertanto essa, presa isolatamente non può essere elemento sufficiente per l'identificazione personale.

La statura ha infatti il difetto di dipendere ampiamente da fattori posturali e, anche se sarebbe assurdo definirla esclusivamente come una variabile posturale, descrivibile solo nei suoi aspetti dinamici, esiste la possibilità di errori (fino al 10% !) sia nel rilievo, sia nella lettura dei dati staturali;

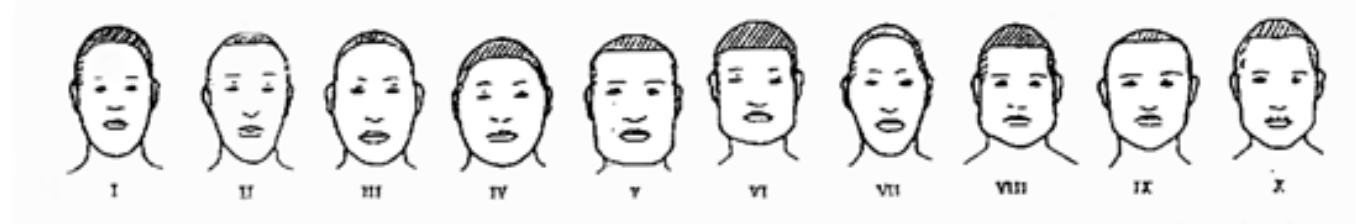
Misure Antropometriche

MORFOLOGIA DEL CAPO

I caratteri del capo rilevabili alla semplice osservazione sono numerosi e nel loro complesso offrono all'osservatore esperto la possibilità di dedurre le informazioni essenziali al fine di definire il tipo fisionomico del soggetto studiato in riferimento a quelli convenzionali.

Volto

Molto importante, anzitutto, è la forma generale del volto, visto dal davanti, a cui tutta la letteratura riconosce un elevato valore nell'identificazione fisionomica. Sebbene esistano differenti codificazioni e tavole di confronto, la più diffusa di esse è quella proposta da Schwidetzky e Knussmann, basata sulla rielaborazione di disegni dovuti al Martin. In questa codificazione vengono presi in considerazione dieci diversi tipi fisionomici facciali.



ellittica (I), ovale (II), ovale invertita (III), rotonda (IV), rettangolare (V), quadrata (VI), rombica (VII), trapezoidale (VIII), trapezoidale invertita (IX), pentagonoide (X).

Misure Antropometriche

Altre note classificazioni in merito riguardano:

Forma del Capo

Palpebre

Labbra

Padiglione Auricolare

Sopracciglia

Naso

Fronte

Attaccatura dei capelli

Mento

Profili fronto-naso-buccali

Infine è possibile rifarsi ad una classificazione della postura del corpo distinguendo dorso, arti superiori ed inferiori e allo studio antropologico funzionale (dinamico).

Criteri Identificativi

NON COMPATIBILITA':

Nessuna delle caratteristiche in esame è oggettivamente compatibile oppure è presente almeno una caratteristica UNIVERSALE, UNICA e PERMANENTE che permette di escludere che due soggetti abbiano la stessa identità.

COMPATIBILITA' PARZIALE (O AFFINITA'):

La scarsa definizione e/o visibilità di almeno una delle due immagini a confronto non permette di rilevare particolari o caratteri antropo-somatici che permettano di giungere ad un giudizio positivo di comparazione; vi si riscontrano comunque alcuni particolari simili in entrambi gli individui o oggetti a confronto.

COMPATIBILITA':

Gli elementi presenti nei due individui o oggetti a confronto permettono di rilevare numerosi particolari o caratteri antropo-somatici simili in entrambi gli individui o oggetti. Non è possibile comunque, vista la definizione di almeno una delle immagini a confronto, evidenziare particolari o contrassegni (nei, cicatrici, rughe caratteristiche ecc.) nei due individui o oggetti messi a confronto che porterebbero ad un giudizio di NON COMPATIBILITA' o di COMPATIBILITA' TOTALE

Criteri Identificativi

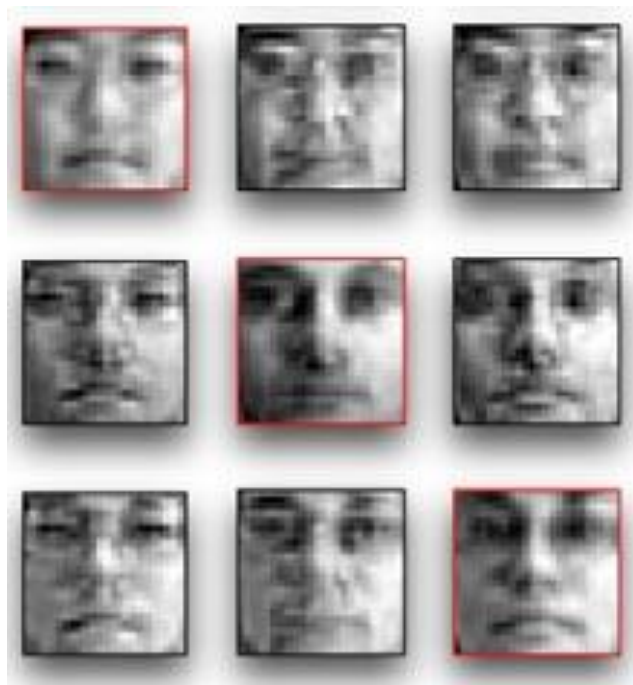
COMPATIBILITA' TOTALE:

I due individui o oggetti, ritratti nelle immagini a confronto, hanno tutti i particolari o caratteri antropo-somatici visibili simili, per forma e proporzioni. Sono inoltre presenti alcuni elementi o particolarità anatomiche singolari, contrassegni, riscontrabili in entrambi gli individui o soggetti a confronto.

Problemi difficili:

Riconoscimento da thumbnail

- Solo in presenza del soggetto (o di sue foto)
- Segni caratteristici (cicatrici, ecc.)



Matching visuale



Misure Antropometriche



- Es.: Individuazione di alcuni parametri (altezza spalla, altezza) per individuare la “compatibilità” di un “sospettato” con un soggetto inquadrato in una ripresa di scarsa qualità.



“Si evince dalla relazione prodotta che misura in altezza 173.5 cm scalzo, e 177.5 cm calzando scarpe da ginnastica. Dalle foto su sfondo di **cartoncino effettuate dal medico legale** stesso, si è inoltre proceduto ad estrapolare l'altezza alla spalla, che risulta di 130.5 cm scalzo, e 134.5 con scarpe”

Ma le foto non erano ortogonali al piano di ripresa!!!

Al danno la beffa ;)

- L'altezza alla spalla valutata sulla popolazione italiana è scientificamente nota. Da tali studi si evince che:
 - 5% altezza corporea-altezza acromiale = $1579 - 1308 = 271$ mm = 27,1 cm
 - 50% altezza corporea-altezza acromiale = $1676 - 1384 = 292$ mm = 29,2 cm
 - 95% altezza corporea-altezza acromiale = $1769 - 1472 = 297$ mm = 29,7 cm

Rilievi Antropometrici e non solo...

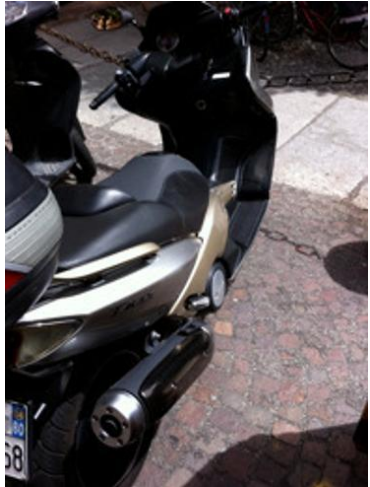


Le videocamere di sorveglianza (due distinti) registrano tutto ma:

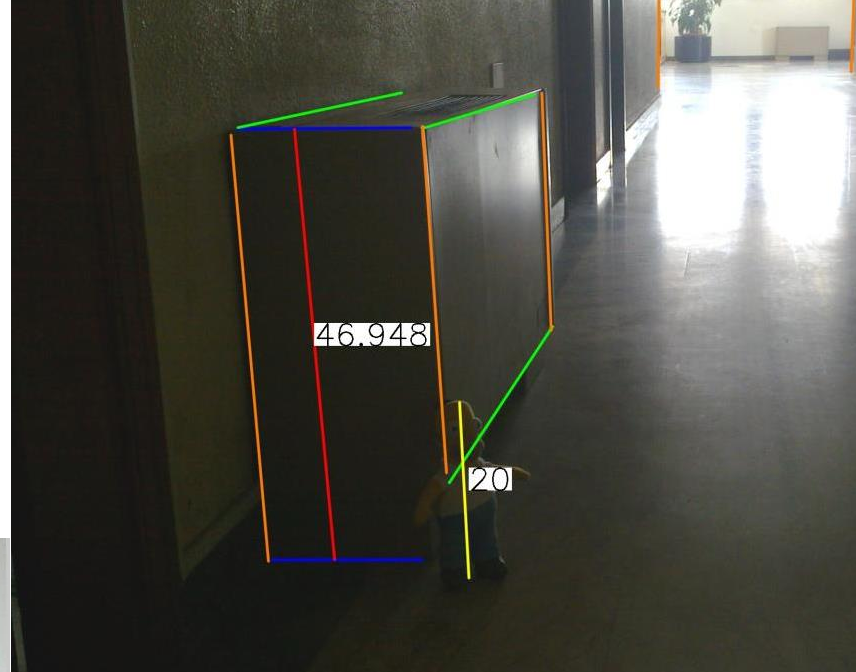
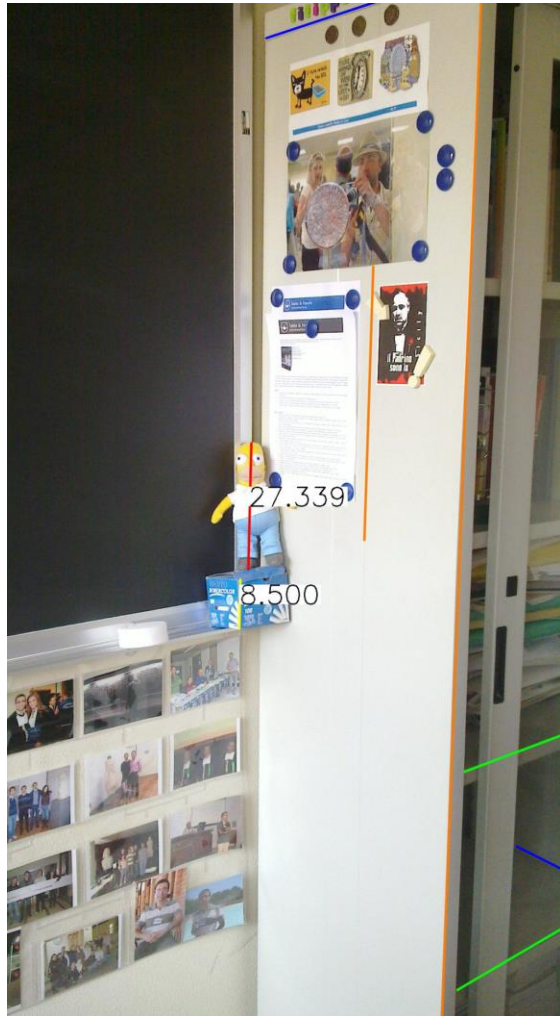
- Formato proprietario
- Bassa risoluzione 702x540 e 768x576
- Codifica circa 5 fps

Rilievi Antropometrici e non solo...

- Sincronizzazione tra dispositivi per ricostruzione dinamica
- Ricostruzione eventi riprese dalle diverse camere
- Convocazione soggetti riconosciuti mediante incrocio tra targa auto in sosta (in primo piano) e tabulati telefonici
- Altro?



Misurazione 3D



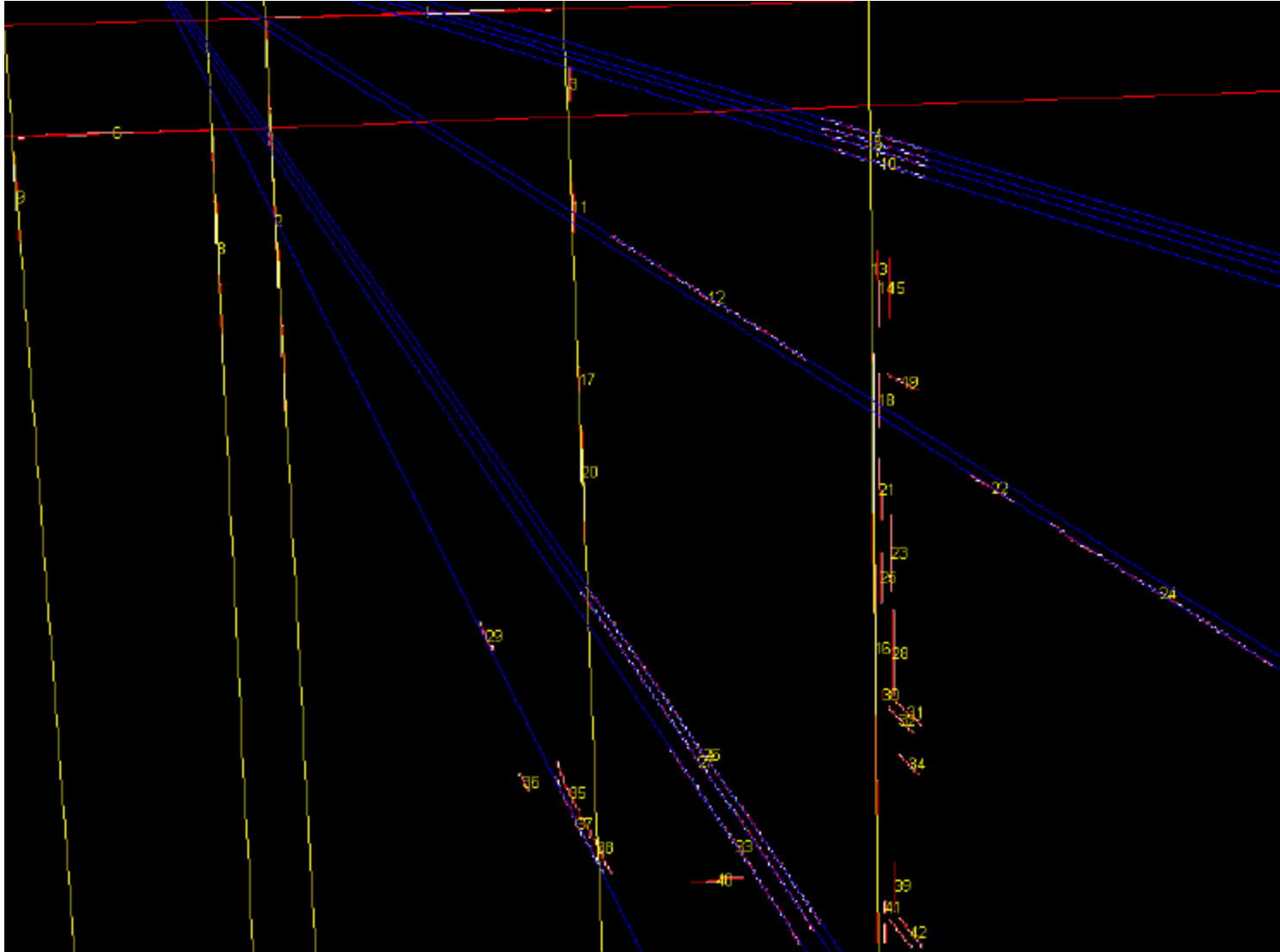
Misurazioni 3D (es. altezza)



Misurazioni 3D (es. altezza)



Misurazioni 3D (es. altezza)

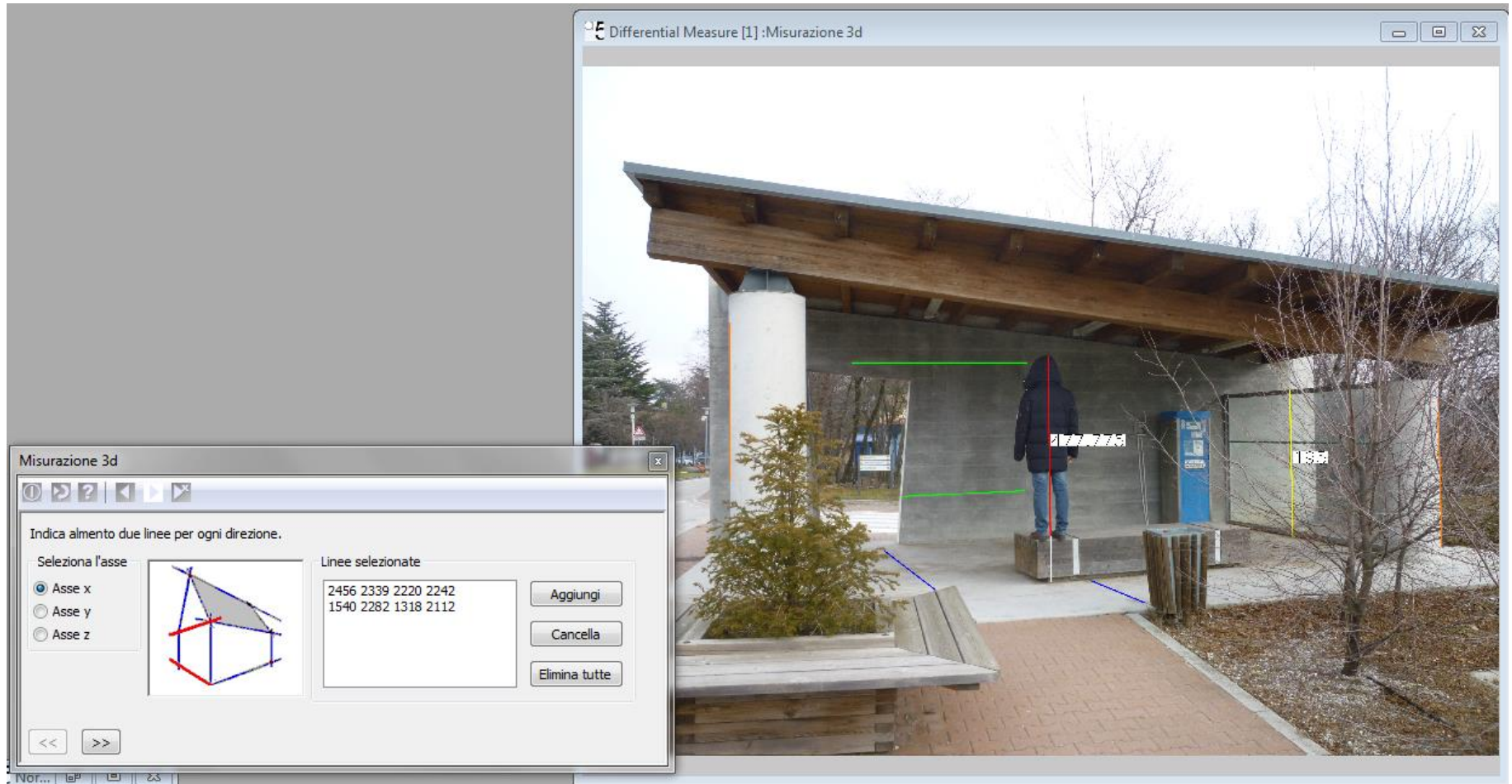


Ricostruzione prospettiva con misure reali

Misurazioni 3D (es. altezza)



Scene Strutturate



Acquisizione sul Campo



Validazione



Ancora casi reali

- Caso 2: [video](#)



Parametri di codifica

- **Risoluzione** 320*240
- **Frame rate** di codifica 1 frame/sec.
- **Bit/Rate** (Livello di compressione): molto basso (Blocking evidente)
- **Camera:** formato Awlive
- **Note:** Risoluzione temporale troppo scarsa. Angolo di visuale troppo ristretto..

Results: Zooming adattivo

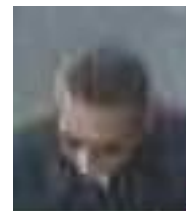
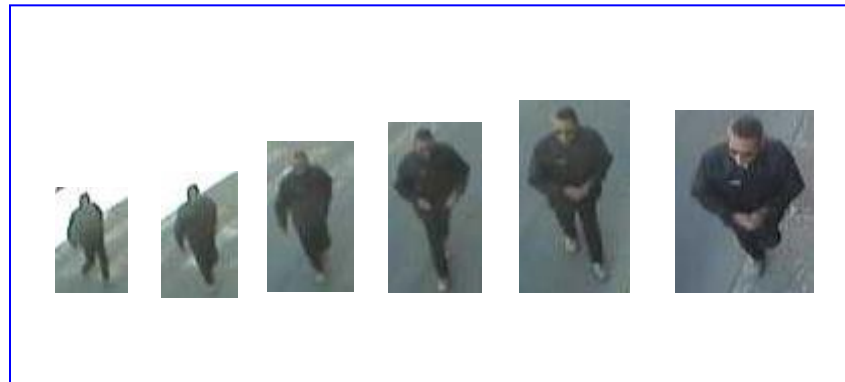


Image enhancement/restoration

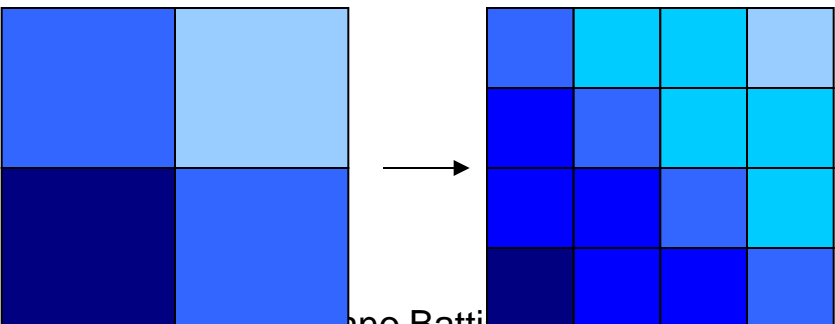


- Recuperare un maggior numero di informazioni dall'analisi di un'immagine

Interpolazione

- Nelle immagini digitali **non è possibile** aumentare il **dettaglio** ingrandendo l'immagine.



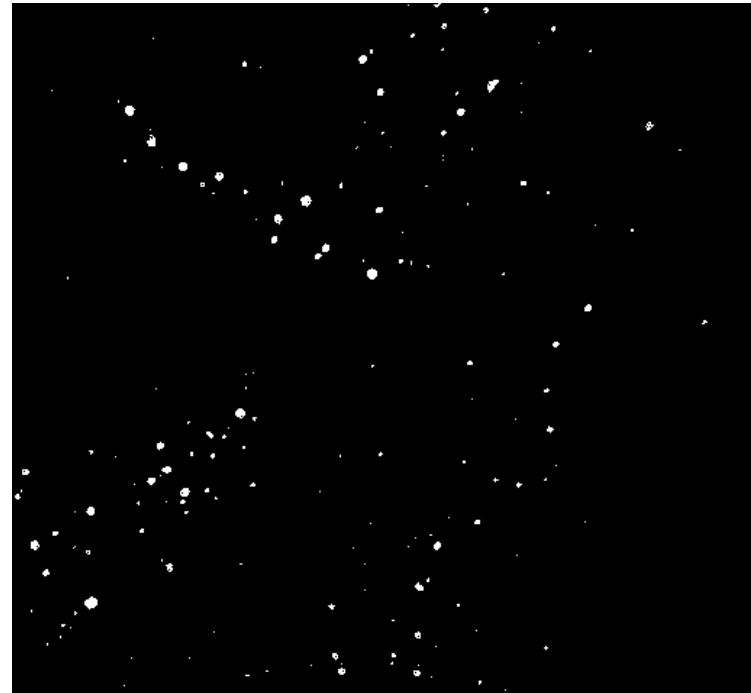


Ricostruzione della Scena del Crimine mediante Ortofoto

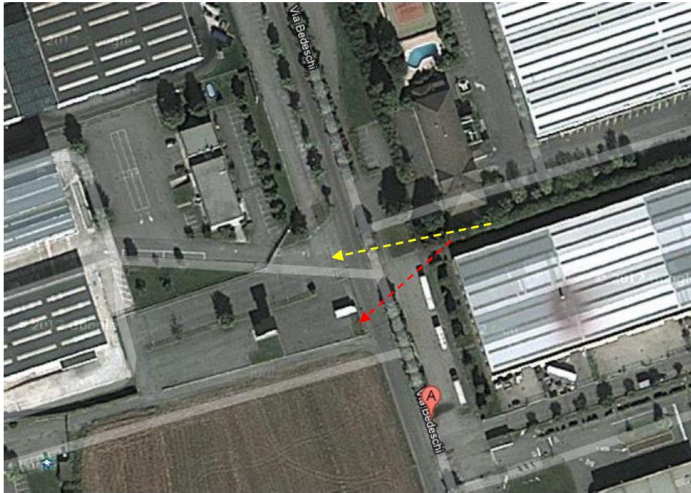


(Piero Boccardo, Politecnico di Torino)

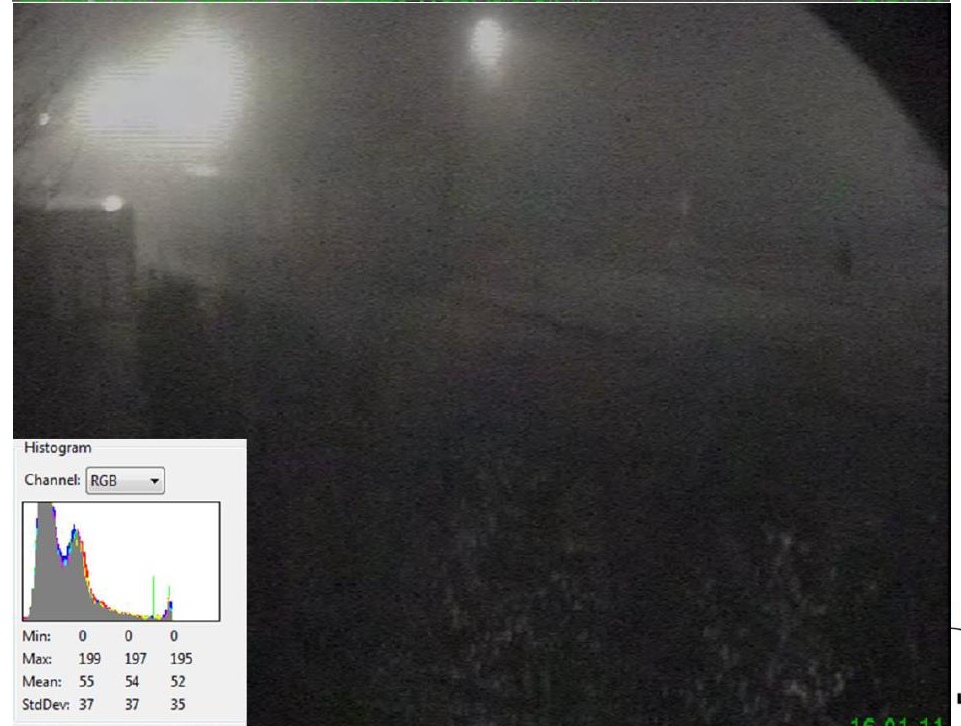
Estrazione Automatica di Dati (per es. conteggio macchie di sangue)



Caso Omicidio



Video



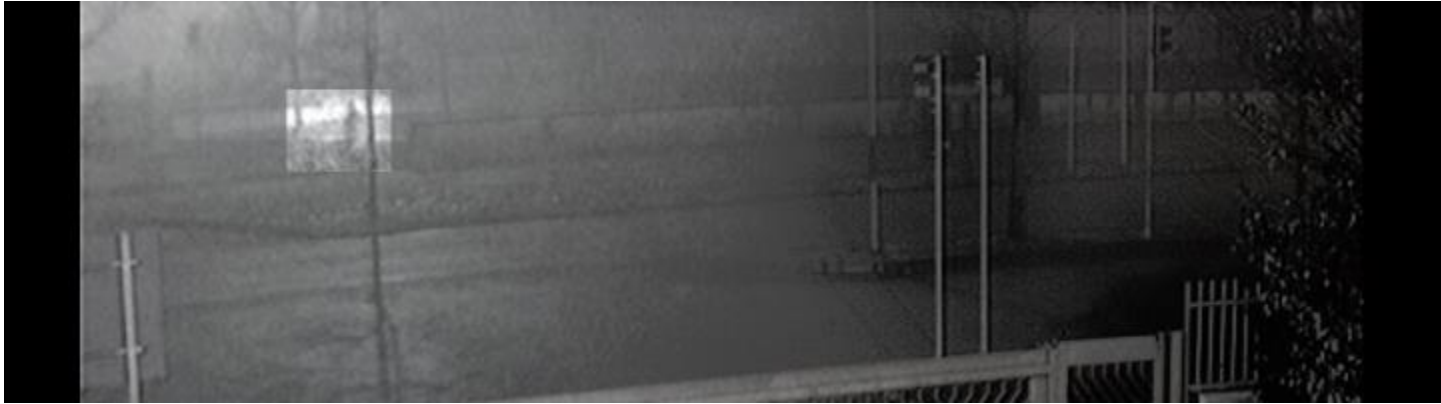


30-01-11 05:34:36
CANTIERE INGRESSO CANCELLO ROSA&C S.P.A.



Camera 171 PARCHEGGIO DI CARICO TIR ROSA&C s.p.a.

16-01-11
05:38:00



Failure Case 1

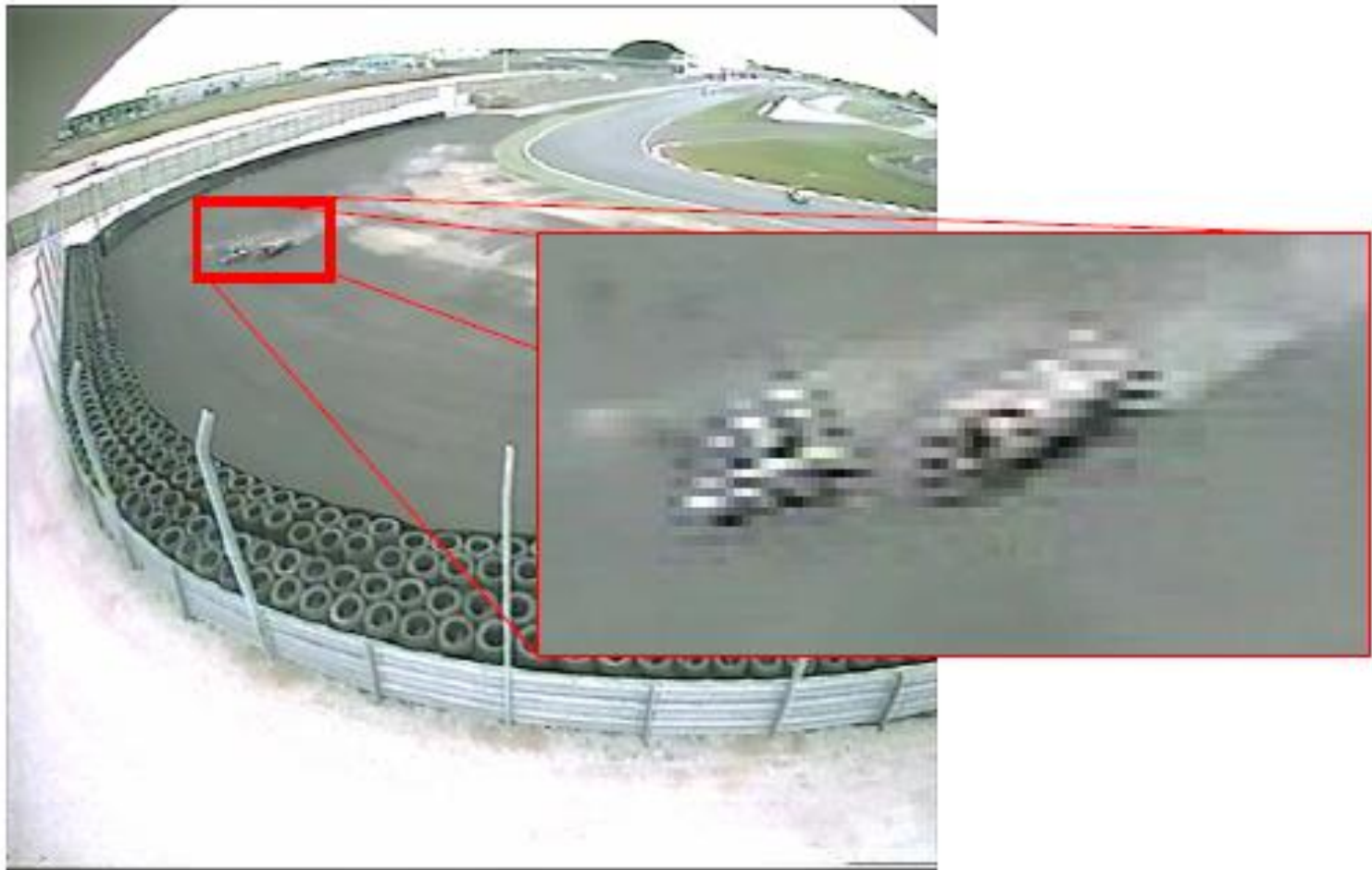


Failure Case 2



Ancora video

- Caso 1: [Video](#)

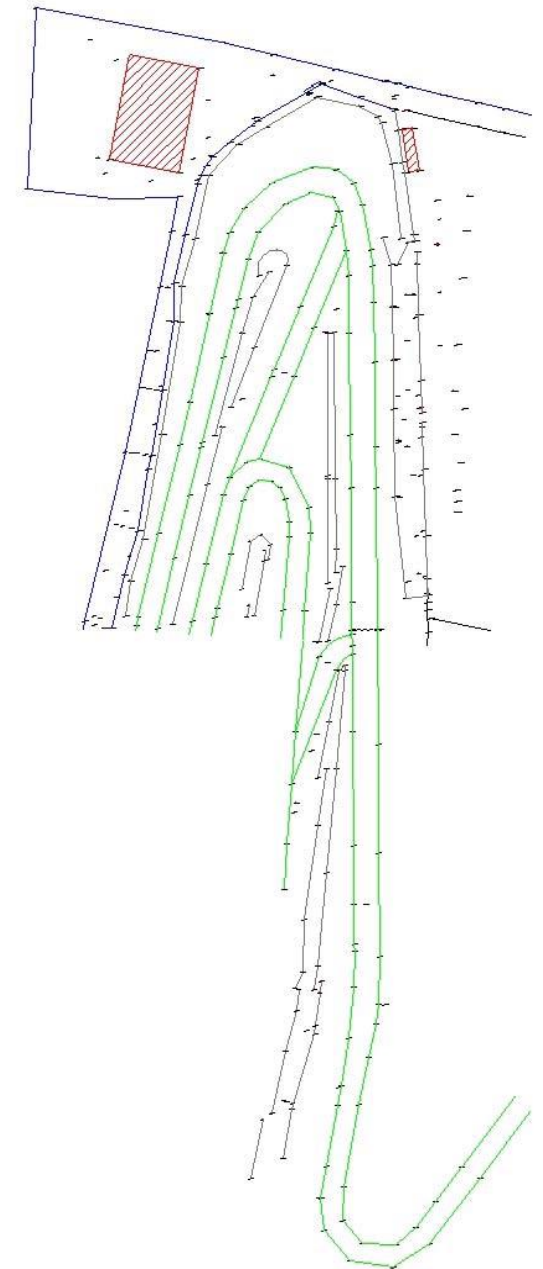
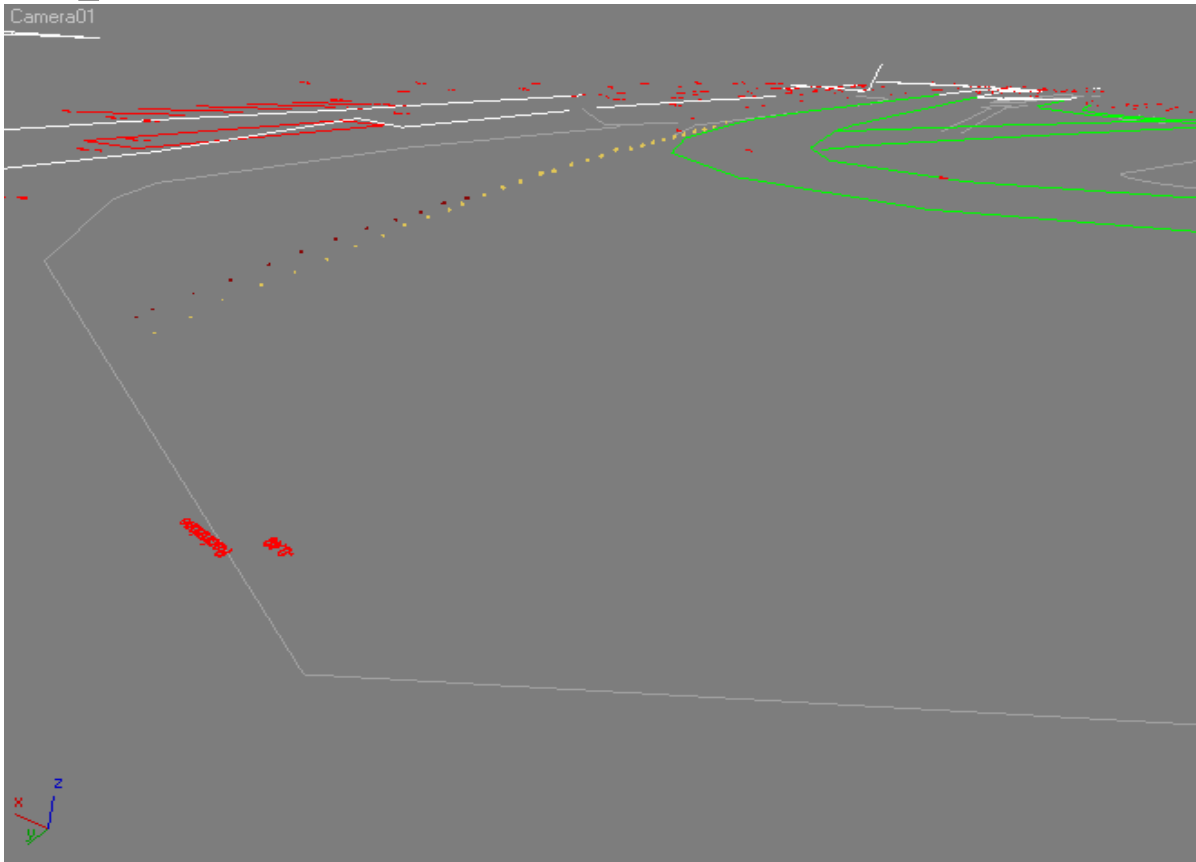


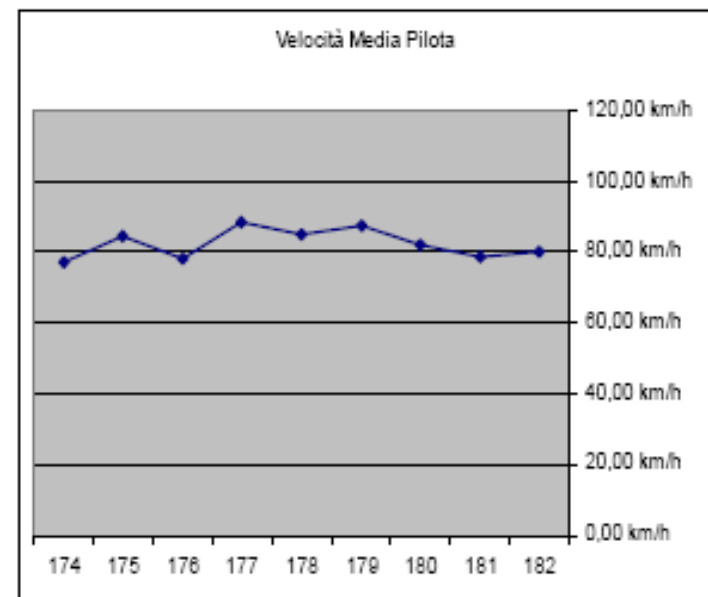
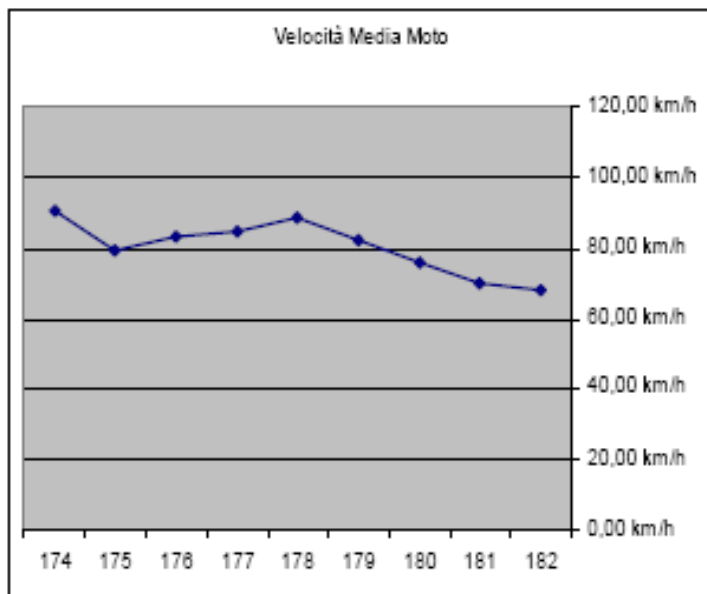
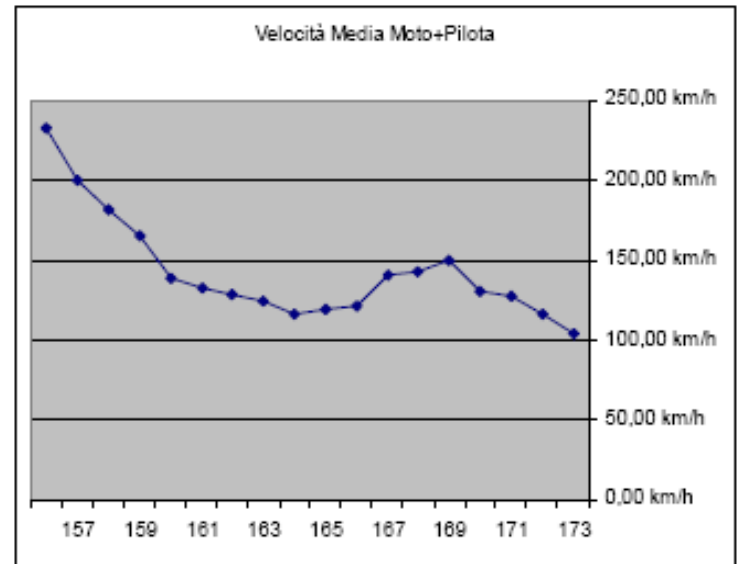
Parametri di codifica

- **Risoluzione** 704*576 (interlacciato)
- **Frame rate** di codifica 25 frame/sec. Essendo la sequenza interlacciata cioè ogni frame della sequenza video contiene due tiles della sequenza reale, ovvero due immagini visibili nelle righe pari e nelle righe dispari, l'effettivo frame rate interlacciato è di 25 tile per secondo, ovvero 12,5 frame per secondo.
- **Bit/Rate** (Livello di compressione): medio/basso
- **Camera:** Sony CCD 1/3" digitale ()
- **Note:** La qualità del filmato è influenzata dal **rumore** ambientale dalla **luminosità** della scena (per certi versi appena sufficiente); inoltre il **contrasto** globale rende la scena abbastanza piatta.

Informazioni aggiuntive

- File autocad della pista con posizione fisica della telecamera





Se ne deduce che:

- Il motociclo subisce una chiara decelerazione principalmente dovuta all'attrito con il terreno. Inoltre come evidenziato dalle informazioni del modello 3D l'area di fuga presenta una lieve pendenza contraria alla direzione del moto. La velocità di impatto del motociclo è di circa 68 Km/h.
- Dopo lo sbalzo dalla moto la massa del pilota procede sostanzialmente ad una velocità pressoché uniforme di circa 80 Km/h.
- All'atto della caduta della moto sul terreno si nota un'apparente aumento della velocità istantanea dovuto probabilmente al moto roto-traslazionale di entrambi i corpi in movimento.

Ricostruzione dinamica sinistri



- Stima velocità veicoli

Ricostruzione dinamica sinistri



- Scala
- Velocità
- Incertezza

Attenzione agli errori



- Effetto prospettico della strada rispetto alla telecamera: la strada non è perfettamente dritta e allineata frontalmente rispetto alla telecamera;
- Distorsioni della telecamera: le telecamere introducono delle leggere distorsioni dovute all'ottica interna, esse sono maggiormente visibili nelle parti esterne dell'immagine (parte sinistra e destra).

Riconoscimento oltre ogni limite

Video



Ricostruzione 3D della scena a titolo illustrativo

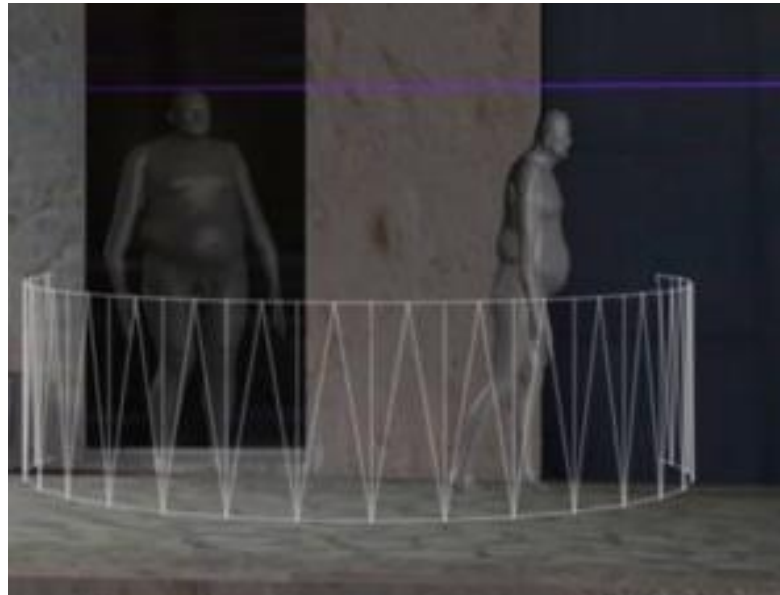
- La ricostruzione ha solo uno scopo esemplificativo per meglio mettere in luce gli errori che possono verificarsi utilizzando una metodologia errata.
- Nel mondo 3D creato, sono state posizionate due camere, una con vista frontale alla casa e una avente la stessa vista della telecamera reale dal quale è stato prodotto il video.





Ricostruzione 3D della scena a titolo illustrativo

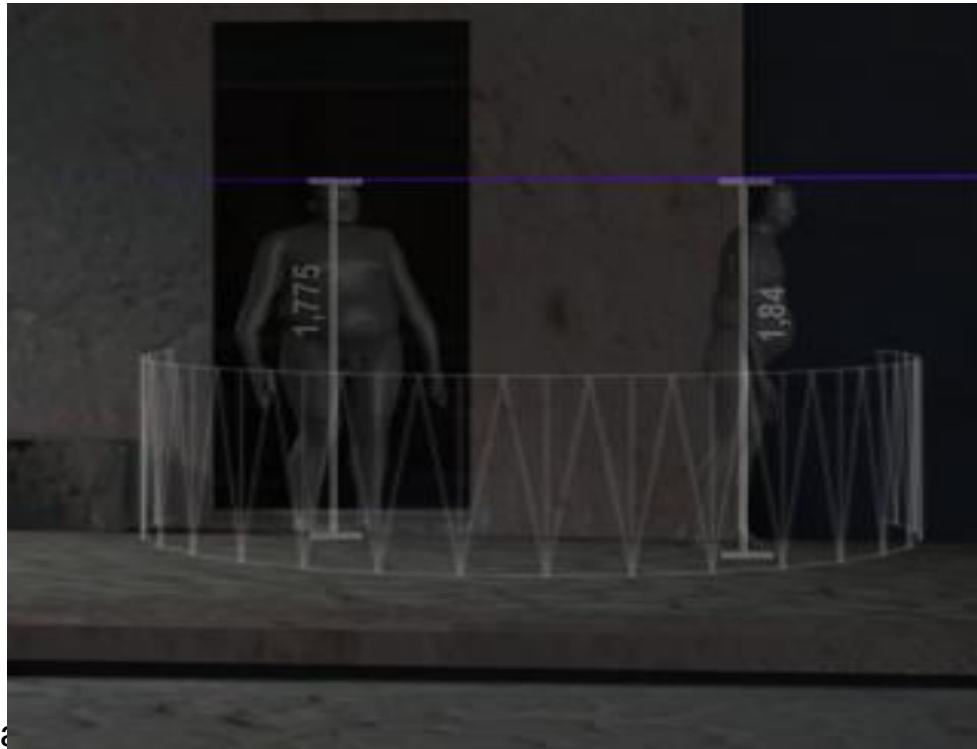
- Dal centro della camera con vista uguale a quella reale è stata tracciata una linea viola che arriva al punto più alto della sagoma quando si trova esattamente davanti la porta.



- Tutti i punti sulla linea viola presenti nella Figura ottenuta dalla telecamera frontale, corrispondono sulla Figura ottenuta con vista uguale a quella della telecamera reale, ad un unico punto. E' da notare però che i punti giacenti sulla linea viola non hanno la stessa quota. In particolare, più i punti sono vicini alla telecamera più avranno una quota maggiore.

Ricostruzione 3D della scena a titolo illustrativo

- Un soggetto con una altezza pari a quella della linea viola verrà associata erroneamente una altezza più bassa.
- Con tali errori non è possibile determinare la compatibilità di persone e l'esclusione di altre.



Alibi digitale tramite Video

“Faída di Locri”

Viene casualmente ritrovata una cassetta, in cui l'imputato festeggia con i parenti il Natale

- Perizia di parte ne avvalora l'autenticità entrando anche nel merito del filmato (trasmissioni televisive, coincidenze sugli orari, ecc.)
- Perizia dell'accusa controbatte nel merito (luce, orari, ecc.)
-

Perizia del Giudice

“Effettuino i periti una perizia finalizzata a verificare l'integrità del filmato girato con telecamera ad uso domestico il 25-12-XXXX, prodotto dalla difesa di XXXXXXXXXXXXX, tenendo conto della CTP ing. XXXXXX, della audizione dibattimentale di quest'ultimo, della memoria depositata, nonché delle dichiarazioni rese in dibattimento di tutti i documenti allegati alla relazione del consulente e alla deposizione del teste, esaminando il nastro originale (riproducente il filmato) ed il DVD.”

Perizia del Giudice

Il PM chiede che l'incarico venga integrato con i seguenti quesiti: verifichino i periti il formato di codifica del video finale rispetto ai veri settings della telecamera e, in particolare, i parametri di codifica standard (frame-rate, bit-rate, risoluzione spaziale); procedano a verifica di conformità dei metadati, ad analisi dei coefficienti quantizzati, per verificare l'eventuale presenza di anomalie dovute ad una doppia compressione (ed editing successivo alla fase di acquisizione), nonché accertino l'effettiva corrispondenza tra i formati AVI e DV menzionati. [...] La difesa chiede che, nel caso in cui vengano rilevate anomalie o manipolazioni sul filmato, si accertino le modalità necessarie per porle in essere.'

Primo step: Analisi dello standard/formato MiniDV

Il Digital Video, noto anche con l'acronimo DV, è un formato di video digitale introdotto nel 1996, sviluppato secondo le specifiche IEC 61834, che ne definiscono sia il formato di nastro che il codec.

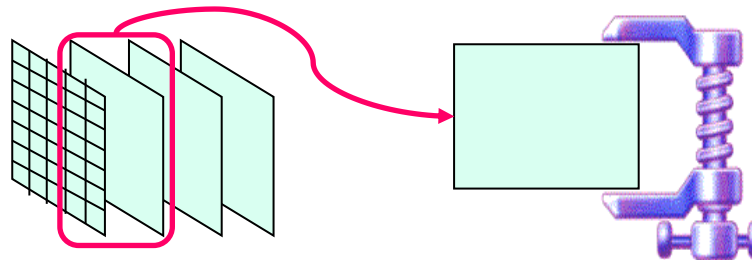
Nella sua versione con videocassetta di dimensioni più ridotte nota come **MiniDV**, è uno standard di fatto per la produzione video amatoriale e semiprofessionale

Primo step: Analisi dello standard/formato MiniDV

- Le caratteristiche del DV includono:
 - compressione *intraframe* (non si fa uso cioè della ridondanza temporale);
 - interfaccia standard per trasferimento a sistemi di montaggio non lineari (nota come FireWire o IEEE1394);
 - buona qualità video, in particolare se confrontata con i sistemi amatoriali analogici come Video8, Hi8 e VHS-C.

Primo step: Analisi dello standard/formato MiniDV

Il video campionato è successivamente compresso utilizzando la tecnologia DCT (Trasformata Discreta del Coseno), e si attua tramite la compressione intraframe; ciò significa che ogni frame (quadro o "fotogramma") viene compresso come immagine a sé stante, senza correlazione con i fotogrammi precedenti o successivi. Questa tecnica rende possibile la codifica con un rapporto di compressione di 5:1.



Primo step: Analisi dello standard/formato MiniDV

- Il bitrate è fisso a 25 megabit al secondo (25,146 Mb/s), aggiungendo al quale i dati audio (1,536 Mb/s), i subcodici e i sistemi di rilevamento e correzione d'errore (circa 8,7 Mb/s) si arriva a circa 36 megabit al secondo (35,382 Mb/s), o circa un Gigabyte ogni 4 minuti. Usando un bitrate simile a quello del più datato codec MJPEG, il codec DV offre prestazioni migliori, ed è comparabile allo MPEG-2 intraframe.
- Per quanto riguarda le tracce audio, sono possibili due modalità di ripresa, entrambe digitali: quella a 16 bit (di solito a 48kHz), di qualità superiore, e quella a 12 bit, di qualità leggermente inferiore.

Primo step: Analisi dello standard/formato MiniDV

- Sui computer, i flussi DV sono di solito memorizzati come file AVI o QuickTime, ma a volte vengono registrati direttamente dati grezzi DV. Mediante appositi software è possibile convertire ogni genere di dati in un flusso DV, consentendo così di usare camcorder e videoregistratori come unità di backup. A questo scopo, si consideri che un nastro MiniDV da 60 minuti può contenere circa 13 GB di dati, calcolando che il video in formato DV ha un flusso dati costante di 3,6 MB/s ($3,6 \text{ MB/s} \times 60 \text{ secondi} \times 60 \text{ minuti} = 12.960 \text{ MB per ora}$, diviso 1024 = 12,66 GB per ora).
- La maggior parte dei software in commercio sia per l'editing e la codifica in formato DV supportano solo la versione di base dello standard DV. I dati vengono di solito memorizzati nel formato RAW DV (estensione .dv) oppure gli stessi, senza subire alcun tipo di modifica o di recodifica, vengono impacchettati secondo il più comune standard AVI (avi di tipo1 o di tipo2).
- In entrambi i casi i **metadati** presenti nel filmato originale vengono mantenuti.

Secondo steps: Analisi del Supporto

Il formato DV prevede l'utilizzo di due tipi di videocassette, chiamate MiniDV e DV sebbene le telecamere amatoriali utilizzano il formato MiniDV, per ovvi motivi di contenimento dello spazio. In Figura, sono riportati da sinistra a destra: DVCAM-L, DVCPRO-M, MiniDV tre esempi di cassette utilizzate in questo contesto.



Terzo Step: Analisi dei Metadati

- Il filmato in oggetto è stato analizzato attraverso l'utilizzo di alcuni software in grado di estrapolare i metadati previsti dallo standard, cercando di evidenziare quelli non visibili con software ad uso comune.
- A tal fine si è utilizzato il software DVAnalyzer ver 1.4.0 (<http://www.avpreserve.com>) per analizzare i metadati "classici" analizzando anche l'apposito strumento in grado di individuare eventuali anomalie di codifica (errori di codifica) che vengono tipicamente gestite dal decoder di sistema e che sono un indicatore della qualità complessiva del filmato stesso.

Terzo Step: Analisi dei Metadati

- Sono stati poi riportati i fotogrammi in cui il bit di **Start** dei metadati presente nel filmato indica un effettivo cambio di scena che non presentano alcuna anomalia, se non una strana differenza nella codifica audio della prima parte del filmato codificata a **48kHz locked**, mentre la seconda parte risulta con codifica diversa (**32 kHz unlocked**).

Frame	Absolute TimeDV Timecode	DV TimeCode	Rec. Date/time
78	00:00:03.120	00:00:00:00	2006-13-25 14:19:07
428	00:00:17.120	00:00:14:00	2006-13-25 14:21:43
491	00:00:19.640	00:00:16:13	2006-13-25 14:23:59
614	00:00:24.560	00:00:21:11	2006-13-25 14:25:45
834	00:00:33.360	00:00:30:06	2006-13-25 14:25:59
922	00:00:36.880	00:00:33:19	2006-13-25 14:26:52
1080	00:00:43.200	00:00:40:02	2006-13-25 14:27:55
1388	00:00:55.520	00:00:52:10	2006-13-25 14:52:19
1915	00:01:16.600	00:01:13:12	2006-13-25 14:54:19
2049	00:01:21.960	00:01:18:21	2006-13-25 14:54:37
2582	00:01:43.280	00:01:40:04	2006-13-25 14:56:12
2967	00:01:58.680	00:01:55:14	2006-13-25 14:57:31
4032	00:02:41.280	00:02:38:04	2006-13-25 15:45:23
4566	00:03:02.640	00:02:59:13	2006-13-25 15:46:11
5359	00:03:34.360	00:03:31:06	2006-13-25 15:49:03
5931	00:03:57.240	00:03:54:03	2006-13-25 15:50:57
6128	00:04:05.120	00:04:02:00	2006-13-25 15:51:11
6517	00:04:20.680	00:04:17:14	2006-13-25 15:56:41
6734	00:04:29.360	00:04:26:06	2006-13-25 15:58:06
7070	00:04:42.800	00:04:39:17	2006-13-25 16:01:32
7184	00:04:47.360	00:04:44:06	2006-13-25 16:27:31
8571	00:05:42.840	00:05:39:18	2006-13-25 16:33:36
9678	00:06:27.120	00:06:24:00	2006-13-25 16:35:34
9839	00:06:33.560	00:06:30:11	2006-13-25 16:35:59
10351	00:06:54.040	00:06:50:23	2006-13-25 16:36:29
10501	00:07:00.040	00:06:56:23	2006-13-25 16:50:05
10939	00:07:17.560	00:07:14:11	16/01/2007 9.39
11591	00:07:43.640	00:07:40:13	16/01/2007 9.40
11592	00:07:43.680	00:07:40:14	16/01/2007 9.40
12565	00:08:22.600	00:08:19:12	16/01/2007 9.44
12566	00:08:22.640	00:08:19:13	16/01/2007 9.44

Affidabilità dei metadati

Modify Metadata

Timecode

Adjust by Start from

0 2 -12 6 Zero
Hours Mins Secs Frames

Date and Time

Adjust by Start from

0 0 1 Zero
Years Months Days

0 0 0 Zero
Hours Mins Secs

Extract start date and time from file name

Set User Bits (00 to FF) 00 00 00 00

Change NTSC timecode to drop frame

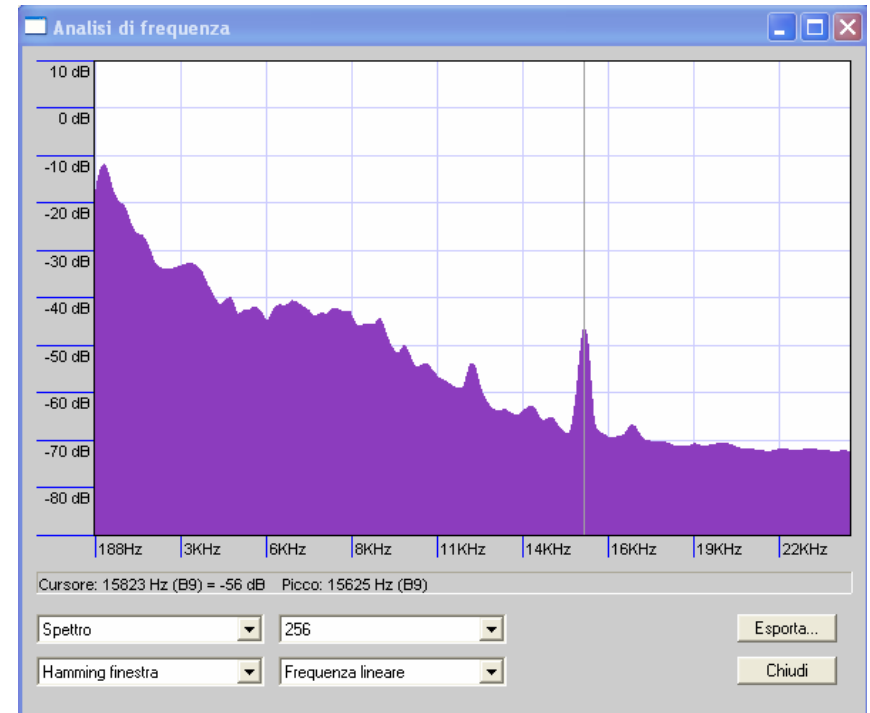
Change widescreen flag to 16:9

OK Cancel

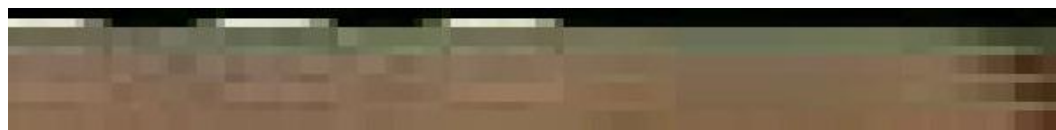
Quarto step: Analisi del Segnale

Presenza di una componente ARMONICA sulla traccia audio

- Analizzando lo spettro risulta presente un picco in frequenza localizzato a 15625Hz frequenza di riga del segnale televisivo analogico (625 linee x 25 q/sec).
- Tale armonica è presente anche se con energia differente su tutta la prima parte del filmato



Quarto step: Analisi del Segnale



Il segnale video presenta in tutti i fotogrammi della prima parte un'anomalia: la prima linea è completamente nera, mentre la seconda lo è a meno di una sorta di tratteggio bianco e nero nella metà sinistra. Un dispositivo digitale non dovrebbe generare questo tipo di linee; si tratta del codice WSS, che alcuni dispositivi che trasmettono un video analogico in formato PAL aggiungono alla linea 23 (del field 1) per comunicare alcune informazioni, come aspect ratio e presenza di sottotitoli al dispositivo ricevente. Il codice WSS viene utilizzato solo nelle comunicazioni analogiche, poiché nel caso di comunicazioni digitali le stesse informazioni sono presenti nei metadati e quindi non è necessario aggiungerle nel segnale video.

Ancora sul supporto



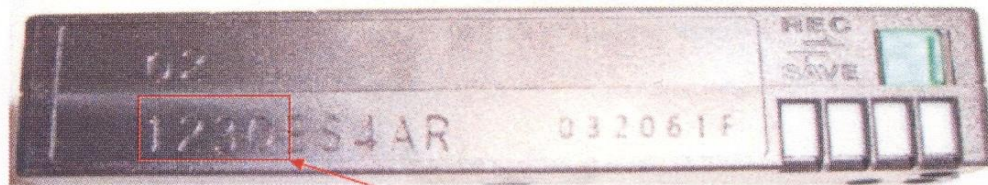
Colpo di scena

Old design produced until February '08



For production lot. trace we need the first 4 digits from the lot number.

New design produced up from February '08



For production lot. trace we need the first 4 digits from the lot number.

Conclusioni

- La cassetta MiniDV con il filmato 'Natale 2006' non può essere stata registrata direttamente da una telecamera il 25/12/2006, visto che:
 - tale modello di cassetta di marca Fujifilm è stata prodotta solamente a partire dal Febbraio 2008;
 - è presente un codice WSS che denota un precedente riversamento in analogico;
 - nell'audio è presente una componente armonica che conferma il riversamento analogico;
 - i metadati del file acquisito dal filmato contengono delle anomalie.

Casistica: Identificazione Camera

- Controversia su diritti su un immagine
 - Indisponibilità camera originale
 - Indisponibilità supporto originale
 - Disponibilità copia delle immagini ma acquisite mediante software di fotoritocco che ne ha lasciato evidente traccia sui dati EXIF (ACDSee) ;(

Caso Google vs Vividown

- Una ragazzina dodicenne carica su Google Video un filmato realizzato a scuola col proprio telefonino mentre un gruppo di compagni insulta e maltratta ignobilmente un ragazzino down. Il video, inspiegabilmente, riscuote un relativo *successo* online e viene visualizzato migliaia di volte.
- Dopo qualche mese di spettatori distratti e/o indifferenti che visualizzano il video e passano oltre, qualcuno decide di segnalarlo a Google ed alla polizia postale, chiedendone la rimozione. BigG attiva la propria procedura e provvede celermente. L'episodio da origine a **due distinti giudizi**.
- Nell'ambito del primo, ormai da tempo conclusosi, vengono portati alla sbarra e condannati i minorenni autori degli atti di bullismo e la ragazzina autrice del filmato e della sua pubblicazione.
- Nell'ambito del secondo, il Tribunale di Milano, con la Sentenza depositata lo scorso 12 aprile, ha condannato tre top manager di Google Italy - che, all'epoca dei fatti, si occupava della vendita di pubblicità nell'ambito del servizio "adwords" anche attraverso le pagine di Google video - per violazione della disciplina italiana in materia di privacy e trattamento dei dati personali.

Fonte: Guido Scorza su [wired](#)



Caso Google vs Vividown

A fronte della iniziale consulenza di parte in cui si **escludeva nella maniera più assoluta** la possibilità di un controllo di qualche tipo sui contenuti pubblicati sul servizio Googlevideo la consulenza in questione ha dimostrato in maniera inequivocabile e documentata come all'epoca dei fatti (che risalgono al **2006**) fossero già disponibili delle tecnologie in grado di automatizzare il processo di classificazione dei contenuti multimediali presenti nella Rete rispetto ai contenuti di alto livello o comunque nei casi specifici di classi "semantiche" omogenee (per esempio il genere: sportivo, spettacolo, ecc.) e non specifici contenuti (per esempio la ricerca di una data persona o di un dato oggetto o luogo, ecc.).

Questo aspetto pone il problema dell'individuazione e quindi del controllo automatizzato sulla introduzione di video illeciti o potenzialmente tali, su un piano operativo di fattibilità non trascurabile.

Caso Google vs. Vividown

.... gli strumenti tecnici esistenti in grado di automatizzare un processo di analisi non si limitano alla trascrizione del contenuto audio ed erano già note nel **2006**. Si possono inferire informazioni rispetto ad un certo numero di classi semantiche (pornografia, violenza, sport, ecc.). Ulteriori informazioni in tal senso possono provenire da una politica più conservatrice, verso i nuovi utenti del servizio, che in quanto tali, potrebbero essere soggetti a un controllo diretto rispetto ai contenuti digitali immessi dal proprio account. **Lo strumento di controllo che ne deriva diviene di conseguenza di ausilio e di supporto all'eliminazione di video illeciti da parte del gestore del servizio. Si ottengono delle indicazioni volte a ridurre il più possibile l'onere di ricerca nei confronti di video illeciti avvalendosi comunque di apposite strutture che ne verificano la liceità o meno.**

Caso Google vs. Vividown

E' evidente che l'approccio sopra esposto non permette l'individuazione di tutte le casistiche di video illeciti ma può rappresentare un compromesso tra un controllo diretto su tutti i video e il debole "controllo sociale" lasciato agli utenti della community.

Quanto sopra permette di agevolare l'intervento umano di controllo anche su sistemi a larga scala come Google, come già avviene per altre community digitali come ad esempio *Flickr* (<http://www.flickr.com>) per il caso delle immagini digitali o *Libero* (<http://www.libero.it>) per chat e contenuti testuali..

Casi (simulati)

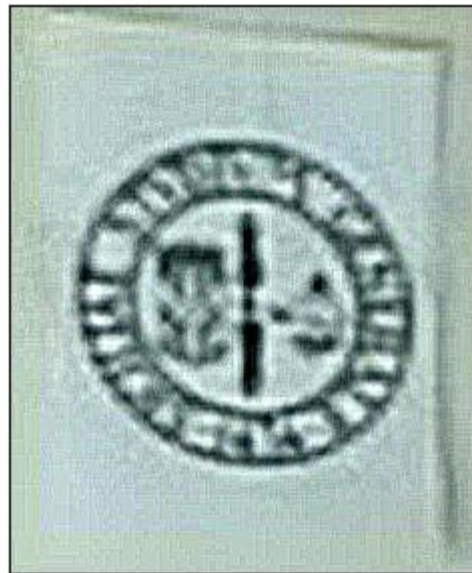
- Bullismo
 - [Video 1](#)
- Scippo:
 - Video1
 - Video2



Video 1 (Bullismo) Parametri di codifica

- **Risoluzione** 352*288 (progressivo)
- **Frame rate** di codifica 15 frame/sec.
- **Bit/Rate** (Livello di compressione): medio/basso
- **Camera:** Nokia E65
- **Note:** La qualità del filmato è in generale di buona qualità ma la risoluzione è notevolmente ridotta. La quantità di informazione per pixel è elevata. Risulta particolarmente difficile estrarre informazioni dettagliate.

Applicazione della Super-Risoluzione



Super-Risoluzione

Super-Risoluzione

Zoom

+ Sharpen

Video 2 (Scippo) Parametri di codifica

- **Risoluzione** 640*480 (progressivo)
- **Frame rate** di codifica 6/7 frame/sec.
- **Bit/Rate** (Livello di compressione): medio/alto
- **Camera:** Nokia N95
- **Note:** La qualità del filmato è in generale di buona qualità la risoluzione buona. La quantità di informazione per pixel è ridotta. Risulta agevole estrarre informazioni dettagliate. Non necessità di Super-Risoluzione.

Applicazione della Super-Risoluzione



Super-Risoluzione

Super-Risoluzione

Zoom

+ Sharpen

Video 3 (Scippo) Parametri di codifica

- **Risoluzione** 320*240 (progressivo)
- **Frame rate** di codifica 15 frame/sec.
- **Bit/Rate** (Livello di compressione): basso
- **Camera:** HTC_P3600
- **Note:** La qualità del filmato è in generale di scarsa qualità la risoluzione è bassa. La quantità di informazione per pixel è elevata. Risulta estremamente difficile reperire qualsiasi informazione utile. Il contributo delle Super-Risoluzione è ridotto.

Applicazione della Super-Risoluzione



Super-Risoluzione



Zoom



Ricerca delle Immagini via web

The screenshot shows a web browser window with the address bar containing the URL `http://similar-images.googlelabs.com/images?q=studium+siciliae&imgtype=clipart`. The search bar contains the text "studium siciliae" and a "Search images" button. Below the search bar, there are filters for "Images", "Show: All image sizes", "Clip art", and "All colors". The results section displays a grid of 18 images, each with a caption and source information. A yellow banner above the grid reads "Showing only clip art (show all images)".

Image Description	Source	Dimensions	Format
Siciliae Studium Generale logo	www.worldhealth.net	113 x 100	4k - jpg
home logo	www.scuolaulisse.it	462 x 383	74k - jpg
Siciliae Studium Generale logo	en.wikipedia.org	106 x 112	5k - png
ars libri, ltd. logo	www.arslibri.com	85 x 75	2k - gif
Hand holding a globe	jumping-spiders.com	150 x 226	12k - png
Hand holding a globe	jumping-spiders.com	150 x 300	15k - png
Bibliography.html logo	www.trismegistos.com	144 x 206	2k - gif
Bronze Hurricane Outdoor Post Light	designjournalmag.com	120 x 120	3k - jpg
Tower of London Lamp - Lmtd Qty WAS ...	designjournalmag.com	120 x 120	2k - jpg
QAP119 lamp	designjournalmag.com	120 x 120	2k - jpg
QR-CB 35 max 35W lamp	designjournalmag.com	120 x 119	3k - jpg
QT-12 LP max 50W lamp	designjournalmag.com	117 x 120	3k - jpg
QR-CB 35 max 35W lamp	designjournalmag.com	120 x 116	2k - jpg
Coat of arms	www.answers.com	112 x 140	28k - png
light dining room lights	pendent		
Flag of Denmark		180 x 120	1k
Coat of arms		100 x 140	18k - png
Hunter Fan Co ceiling fan		120 x 97	2k - jpg
Evil Maniac From Mars's Auster			
Brickbat's - March 2005 Lol			
JHPF		68 x 120	2k - jpg

Ricerca delle Immagini via web

- Utilizzo di tecniche avanzate per la ricerca automatica di immagini via TAG (o metadata).
- Siti come **Flickr/Google/Bing/TinEye** permettono di effettuare ricerca di immagini utilizzando dettagli riguardanti particolari delle fotografie
- E' possibile interrogare automaticamente database online attraverso script.

Contraffazione di Immagini Digitali sulla Rete: il caso della “Mozzarella Blu”



Forensics sulla Rete

Certificare il contenuto di una pagina web per produrla in giudizio a prima vista potrebbe sembrare una semplice attività, tuttavia, a ben guardare le difficoltà a cui si va in contro, sia dal punto di vista tecnico-pratico che giuridico sono tutt'altro che banali.

Un operatore poco smaliziato potrebbe pensare di effettuare una semplice stampa della pagina, magari controfirmata da un paio di testimoni. Tuttavia, tale operazione non presenta le garanzie necessarie per rendere la copia inattaccabile da un'eventuale controparte.

Forensics sulla Rete

La difficoltà sorge principalmente per il fatto che le pagine web, e le risorse in genere, sono caratterizzate da una estrema volatilità e alterabilità. Infatti, l'istante successivo della produzione della stampa del documento il contenuto potrebbe variare o non essere più pubblicato su internet; senza parlare delle necessarie garanzie di corrispondenze al contenuto originale e del riferimento temporale che, in un contesto così altamente mutevole e variegato, risultano essere difficilmente dimostrabili.

Di fatto lo stesso concetto di “contenuto originale” non è del tutto chiaro quando ci si riferisce a delle risorse che possono avere carattere multimediale.

Alcune problematiche iniziali

- **Identificare la risorsa e localizzare il sito**
 - IP, DNS, Proxy, Copia Cache, whois (per il provider), ecc.

Per tracciare e localizzare il sito è possibile utilizzare diversi strumenti o servizi di tracciamento e geolocalizzazione come ad esempio **VisualRoute** (<http://www.visualroute.it>) o il suo omologo **VisualRoute™** (<http://www.visualroute.com>) della Visualware Inc.

Sono dei network toolkit che includono i servizi **ping**, **whois**, e **traceroute** in un'unica interfaccia grafica in grado di analizzare la connettività, visualizzando il percorso di un pacchetto di dati tra vari punti della rete con risultati numerici e tracciati grafici riportati su una mappa geografica.

VisualRoute 2010 - Business Edition - Server Standard Edition

File Edit Options View Maps Tools Help

Test from Visualware USA (CA) http:// http://www 80 Trace Plot Analysis More Tools...

www.dmi.unict.it (151.97.252.130)

Start Tools Run once Views: [Icons] More...

Traceroute to www.dmi.unict.it from Visualware USA (CA)

Hop	%Pers	Indirizzo IP	Nome nodo	Localzione	F.Ora	ms	Graficc	Rete
0		Visualware USA (C...	-			0	192	-
1		74.200.94.49	unknown49.94.200.74.defe	Ashburn, VA, USA	-05:00	0		Viriacore Systems Inc
2		63.218.179.65	ge9-18.br02.sjo01.pccwbtr	Herdon, usa		0		Beyond The Network America, Inc
3		64.212.70.213	TenGigabitEthernet7-3.1133	San Jose, CA, US	-08:00	0		Global Crossing
4		64.214.196.242	consortium-garr.so-6-0-0.ar	Milan, Italy		160		Global Crossing
5		193.206.134.190	r1-mi1-rt-mi2.mi2.garr.net	(Italy)?		160		GARR-B Backbone and POPs
6		193.206.134.230	r-mi2-rt-rm2.rm2.garr.net	(Italy)?		171		GARR-B Backbone and POPs
7		193.206.134.117	r-rm2-rt-rm1-l1.rm1.garr.net	(Italy)?		173		GARR-B Backbone and POPs
8		193.206.134.6	r-rm1-rt-ct1.ct1.garr.net	(Italy)?		191		GARR-B Backbone and POPs
9		193.206.137.154	r-ct1-ru-unict.ct1.garr.net	(Italy)?		191		GARR-B Backbone and POPs
10								
11		151.97.19.54	-	Catania, Italy		191		Universita' degli Studi di Catania
?	100	...	-					-
?	100	151.97.252.130	www.dmi.unict.it	Catania, Italy				Universita' degli Studi di Catania

Traceroute to www.dmi.unict.it from Visualware USA (CA)

Traceroute to www.dmi.unict.it from Visualware USA (CA)

Contenuto dei documenti sul Web

- Nel caso di una pagina web il concetto di **contenuto** non assume un significato univoco e può dar adito a diverse interpretazione. Ciò è dovuto al fatto che la pagina web è per definizione un **ipertesto** che può contenere, oltre al testo formattato con i vari tag html, anche oggetti multimediali come immagini, suoni, video, animazioni, ecc.
- Inoltre, spesso contiene anche **codice javascript** che viene eseguito direttamente sul browser rendendo dinamico il contenuto della pagina.

Contenuto dei documenti sul Web

- Ciò detto, la fruizione della pagina web può assumere significato, aspetto e contenuto completamente diverso al variare di numerosi elementi di contesto.
- Basti pensare che a seconda del tipo di **browser**, e della sua versione, del tipo e versione del **sistema operativo** può causare un cambiamento del **contenuto** della pagina web.

Contenuto dei documenti sul Web

- Una pagina web può essere frutto di aggregazione di contenuto proveniente da diverse **fonti** (Web scraping), ossia di tutte quelle tecniche che consentono di estrapolare delle informazioni da servizi web o parti siti web esterni ed includerle come componenti della stessa pagina. Un esempio potrebbe essere un programma che, acquisendo da un sito web una lista di appartamenti, ne mostra l'ubicazione utilizzando il servizio Google Maps per evidenziare il luogo in cui gli stessi appartamenti sono localizzati.
- Le tecniche che possono essere usate a tale scopo sono varie e vengono usati diversi termini per definirle (Mashup, data integration, deep linking, framing, ecc.).

Contenuto dei documenti sul Web

- Quanto detto ha un impatto anche **sull'identificazione della risorsa, che in quanto derivata da diverse fonti, non ha una univoca origine ma le singole componenti possono provenire da diversi siti.**
- Ovviamente, alla luce di quanto detto, la mera stampa di una pagina web, sia essa su supporto cartaceo o su file pdf, non potrà dirsi una riproduzione fedele dell'originale. **La soluzione che più consente di acquisire in maniera fedele il contenuto è quella di conservare il codice sorgente comprensivo di tutti gli elementi e i riferimenti in esso contenuti.**

Acquisizione

- Codice sorgente
 - Tasto Destro, Tool appositi (Es. GNU Wget)
- Riferimento temporale
 - Una prima idea potrebbe essere quella di “congelare” con algoritmi di **hash** tutti i file acquisiti e successivamente apporre una **marca temporale** per attribuire data certa alla nostra copia.

Sincronizzazione Temporale

- Una prima approssimazione di navigazione “temporalmente sincronizzata” si può ottenere effettuando una sincronizzazione dell’orologio di sistema utilizzando un servizio di sincronizzazione per sistemi informatici collegati alla rete Internet, basato sul protocollo NTP (Network Time Protocol).
- Tale servizio certificato è fornito ad esempio dall’Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica (I.N.R.I.M., <http://www.inrim.it>)

Sincronizzazione temporale

- L' I.N.RI.M eroga anche un servizio di NTP autenticato che utilizza la crittografia a chiave pubblica per garantire l'autenticità e l'integrità dell'informazione di sincronizzazione che viene scambiata tra il server e i client. L'autenticazione a chiave pubblica permette quindi di verificare che l'informazione provenga dal server legittimo e che essa non sia stata alterata da estranei durante la trasmissione.
- Per cui, se viene effettuata una acquisizione del traffico di rete (ad esempio con **wireshark**) effettuando la navigazione e l'acquisizione (ad esempio con **wget**) della risorsa web all'interno di una sessione di sincronizzazione temporale mediante il protocollo NTP, si dovrebbe avere una ragionevole certezza circa l'istante in cui viene effettuata l'acquisizione della risorsa.

Servizi Esistenti: Hashbot

- Il servizio richiede in input l'URL del documento che si vuole congelare. Hashbot, dopo aver ricevuto la risposta dal server remoto, in caso di risposta positiva scaricherà il documento, calcolerà gli hash MD5 e SHA1, assegnerà un codice univoco al singolo processo di acquisizione e salverà tali informazioni nel suo database.
- Alla fine l'utente sarà tenuto a scaricare l'archivio contenente il documento validato e le informazioni di certificazione scientifica. Da questo momento in poi si potrà interrogare il database per chiedere verifica della validazione.
- Inserendo nell'apposita form il codice di validazione e l'hash (a scelta MD5 o SHA1), l'applicazione in caso di matching positivo, ritornerà tutte le informazioni salvate in sede di acquisizione del documento.

Servizi Esistenti

- **Wayback Machine** è un servizio creato da Internet Archive che consente agli utenti di visualizzare le versioni, precedentemente archiviate, di una determinata pagina o di un intero sito web.
- Per utilizzare il servizio, basta collegarsi alla pagina principale di Wayback Machine digitare l'indirizzo del sito da visitare con la “macchina del tempo” nel campo di testo e cliccare sul pulsante Show All. Si aprirà automaticamente un calendario con cerchiato in blu le date per cui è presente uno snapshot del sito oggetto della ricerca.

Pagine dinamiche: Adserver

- Analisi del *codice sorgente* per i servizi di advertisement per analizzare modalità di visualizzazione dei banner tra aziende concorrenti:
 - Cookies, Codice e librerie Javascript, ecc.

Final Tips

- Ogni singolo caso va attenzionato in maniera “dedicata”
- E’ frequente anche il caso in cui non si riesca ad estrarre alcuna info utile
- Evitare approcci approssimativi ;)

Conclusioni

- Le tecniche di Image (video) Forensic costituiscono sicuramente un ulteriore strumento di indagine a disposizione degli investigatori per poter estrarre ed inferire, utili informazioni dalle immagini (e dai video) digitali anche nel caso di dispositivi mobili.
- Per essere in grado di recuperare o di inferire delle evidenze di prova è comunque necessaria una adeguata competenza specifica che richiede uno studio sistematico dei **fondamenti della teoria dell'elaborazione delle immagini e dei video digitali**. I software esistenti agevolano il lavoro degli investigatori ma non riescono per forza di cose ad automatizzare in maniera sistematica ed efficiente tali operazioni e richiedono l'ausilio di professionisti esperti.

Referenze (1)



Rafael C. Gonzalez - Richard E. Woods

Elaborazione
delle
IMMAGINI DIGITALI
terza edizione



Elaborazione delle Immagini Digitali - terza edizione

di Gonzalez, Woods - Ottobre 2008

Pagine:840

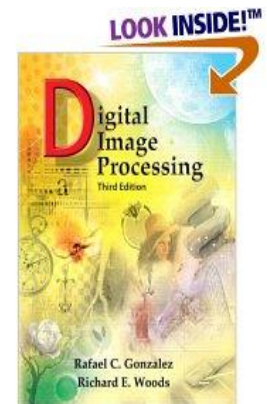
Euro 53,00 (on line 45 euro)

ISBN 9788871925066

Capitoli 1-5, 10

<http://hpe.pearson.it/gonzalez>

<http://www.imageprocessingplace.com>



Referenze (2)

Fondamenti di Image Processing

di S. Battiato, F. Stanco

Ottobre 2006 Pagine: 150 Prezzo: 20 Euro –
EdiArgo ISBN: 88-88659-49-8



Contatti

Per ulteriori dettagli o info si visiti il sito

Image Processing Lab

Università di Catania

www.dmi.unict.it/~iplab

Oppure email

battiato@dm.unict.it