

## **IDENTIFICAZIONE BIOMETRICA TRAMITE UN SISTEMA DI SORVEGLIANZA INNOVATIVO**

Proff. REMO SALA, EMANUELE ZAPPA, ALFREDO CIGADA  
*Sezione di Misure e Tecniche Sperimentali*  
*Dipartimento di Meccanica - IV Facoltà di Ingegneria Industriale*  
*Politecnico di Milano*

### **INTRODUZIONE**

I sistemi di videosorveglianza sono un deterrente efficace nei confronti dei rapinatori solo nel momento in cui permettono di verificare oggettivamente l'identità delle persone riprese.

Questo significa che tali sistemi devono essere progettati, messi in opera e mantenuti avendo ben chiaro questo scopo; gli autori, che da parecchi anni svolgono attività peritale in questo ambito per molti tribunali, verificano quotidianamente che le immagini riprese dai sistemi di videosorveglianza solo raramente hanno una qualità tale da permettere l'identificazione dei soggetti ripresi.

L'articolo introduce un sistema di videosorveglianza innovativo (denominato Stereo-Scan nel seguito) che permette di ottenere immagini bidimensionali e informazioni geometriche tridimensionali tali da ridurre al minimo i margini di incertezza nella identificazione dei soggetti ripresi e propone una modalità investigativa tale da rendere ripetibile e riproducibile la procedura.

### **LA VERIFICA DI IDENTITÀ**

La relazione intende proporre una soluzione innovativa al problema della verifica di identità tramite immagini. La situazione classica che intendiamo affrontare è quella in cui da un lato si hanno le immagini della persona da identificare, solitamente un rapinatore, fornite dal sistema di videosorveglianza e dall'altro un imputato che è indiziato per l'esecuzione della rapina. Nasce a questo punto il problema di verifica della identità, è cioè possibile in qualche modo dimostrare con criterio di certezza se l'imputato coincide o meno con il rapinatore?

L'idea di pervenire ad una certezza nella verifica di identità è di per sé molto interessante in quanto permetterebbe di risolvere rapidamente in sede giudiziaria, se non addirittura in fase investigativa, molti procedimenti che, in caso contrario, si trascinano nel tempo per concludersi quasi sempre con un nulla di fatto. Un altro aspetto di non trascurabile importanza è che una verifica di identità raggiunta per via "scientifica" permetterebbe di evitare il ricorso all'identificazione tramite testimoni risolvendo alla base tutte le problematiche che accompagnano tale approccio.

### **LA VERIFICA DI IDENTITÀ TRAMITE IMMAGINI**

Noi tutti utilizziamo quotidianamente per riconoscerci le immagini che provengono dal sistema di percezione visiva il che spesso induce erroneamente a pensare che il problema della verifica di identità sia poco più che banale.

Nella realtà questo non è assolutamente vero in quanto la verifica di identità di cui intendiamo parlare deve portare ad un giudizio di identificazione (o di esclusione) che, per avere valore legale, deve prevedere un percorso certo ed oggettivo.

Non nascondiamo tuttavia che le principali difficoltà risiedono nella scarsa quantità di informazioni presenti nelle immagini che spesso, oltre ad essere di modesta qualità, riprendono il soggetto da identificare in modo sbagliato oppure intrinsecamente a bassa risoluzione [1,9].

Gli “errori” più diffusi nel posizionamento delle telecamere sono quelle per cui le immagini del soggetto da identificare sono riprese dall’alto (il che preclude una ottimale visione del volto che ha il massimo contenuto di informazione per la sua identificazione) oppure in controluce (evidenziando solo i bordi del volto, in ogni caso modificati pesantemente dalla intensa illuminazione retrostante).

**Fig. 1**

Inquadratura poco efficace in quanto ripresa troppo dall’alto.

Le riprese del soggetto a bassa risoluzione intrinseca sono quelle in cui in fase di installazione non è stata dedicata sufficiente attenzione alla corretta scelta del campo inquadrato, con la conseguenza che la dimensione del volto del soggetto da identificare risulta essere poco più che un “puntino” all’interno della immagine, a questo punto totalmente inutile ai fini della verifica di identità.

**Fig. 2**

Inquadratura di nessun valore ai fini della verifica di identità in quanto il volto ha dimensioni microscopiche nell’immagine.

Da ultimo è importante segnalare che il soggetto ripreso solitamente mette in atto una serie di procedure atte ad alterare (naso posticcio, ovatta in bocca ...) o nascondere (occhiali, baffi ...) le principali caratteristiche del volto il che ostacola l’analisi e l’extrapolazione dei parametri di riferimento morfologici necessari alla verifica di identità.

Premesso ciò giova ricordare che è praticamente impossibile ingrandire in modo efficace l’immagine in quanto, pur utilizzando le migliori tecniche digitali disponibili, si riesce solo ad ottenere una immagine “più grande” nella quale, comunque, i dettagli migliorano in modo modesto rispetto a quelli presenti nell’immagine sorgente. Dal punto di vista operativo questo comporta l’impossibilità di rilevare sulle immagini particolari significativi dal punto di vista identificativo come le alterazioni cromatiche e/o

morfologiche della cute che spesso, in virtù della loro unicità, risultano dirimenti permettendo di arrivare ad esprimere un giudizio certo..

### **LA VERIFICA DI IDENTITÀ CON TECNICHE ANTROPOMETRICHE**

Le basi scientifiche del riconoscimento di viventi da immagini sono studiate dalla antropometria che ha definito una procedura che, in base ad un numero limitato di misurazioni anche su una immagine bidimensionale, permette di estrarre degli indici numerici che vengono utilizzati ai fini identificativi. Le misure in questione altro non sono che le distanze bidimensionali tra i punti di repere, cioè un numero limitato di punti la cui caratteristica peculiare è rappresentata da una sostanziale indipendenza dai tessuti molli e dalla mimica facciale [2-7]

Praticamente fino agli inizi degli anni '90, quasi tutte le ricerche antropometriche erano indirizzate alla identificazione di indici (rapporti tra distanze misurate nel bidimensionale) invarianti con l'orientazione del volto del soggetto ripreso, quali ad esempio il rapporto fra distanza interpupillare e la larghezza della bocca, in modo da disporre di una tecnica applicabile alle immagini bidimensionali.

Da circa un decennio tuttavia, praticamente tutti gli autori, ammettono che l'utilizzo di tecniche tridimensionali e quindi l'introduzione di reali misure antropometriche invece che di rapporti permette di ridurre drasticamente l'incertezza nella procedura identificativa. Tutta la teoria relativa ai punti di repere ad alla loro invarianza rimane valida, ma gli indici vengono sostituiti dalle coordinate tridimensionali dei singoli punti dalle quali è possibile ricavare informazioni sulle distanze e sulle orientazioni relative dei vari punti del volto.

La conclusione che se ne trae è che è possibile ridurre drasticamente l'incertezza nelle procedure identificative qualora il sistema di videosorveglianza sia in grado di acquisire non delle immagini bidimensionali ma dei modelli tridimensionali dei soggetti ripresi. Il cambiamento non è semplice in quanto, se la tecnologia dei sistemi di videosorveglianza è ormai completamente matura, profondamente diverso è il discorso per i sistemi in grado di generare un modello tridimensionale del volto dei soggetti ripresi che, seppur presenti sul mercato, scontano ancora alcune difficoltà operative fondamentalmente legate alla tecnologia utilizzata.

### **IL SISTEMA DI VIDEOSORVEGLIANZA STEREOSCAN**

Le premesse sviluppate permettono di affermare che la disponibilità di sistemi di sorveglianza in grado di generare un modello tridimensionale dei volti dei soggetti ripresi permetterebbero una drastica riduzione dell'incertezza nelle procedure di verifica di identità. La realtà del mercato vede tuttavia la presenza di pochi prodotti con queste caratteristiche. In effetti questi sistemi scontano una affidabilità sicuramente inferiore a quella dei sistemi di videosorveglianza che sono inoltre favoriti dalla maturità della tecnologia ad essi associata e dalla semplicità di installazione e di manutenzione.

Si sottolinea che sarebbe comunque irrealistico pensare ad una rapida sostituzione degli attuali sistemi di videosorveglianza a favore di soluzioni tridimensionali in prima istanza per semplici ragioni economiche che impongono l'ammortamento dell'installato.

Secondariamente giova sottolineare che questi sistemi di scansione tridimensionale del volto non eliminano completamente la necessità di avere delle telecamere operative in quanto solo queste ultime sono in grado di acquisire immagini immediatamente fruibile dell'ambiente e dei soggetti in esso presenti.

Partendo da queste considerazioni, e dall'esperienza accumulata nell'attività peritale, gli autori hanno sviluppato StereoScan che si presenta come una soluzione ibrida che, se da un lato mantiene una compatibilità pressoché completa con la tecnologia classica dei sistemi di videosorveglianza, dall'altro permette di estrapolare dalle immagini informazioni sulla tridimensionalità dei volti dei soggetti ripresi e quindi di ottenere misure antropometricamente significative.

Per questo ci sentiamo di dire che StereoScan è un sistema di videosorveglianza innovativo in quanto consente, a fronte della necessità di eseguire una verifica di identità, di estrarre dalle immagini memorizzate informazioni geometriche tridimensionali con un livello di incertezza tale da permettere la formulazione di un giudizio di identificazione con elevato criterio di certezza. Tale risultato viene raggiunto attraverso una procedura di misurazione che, una volta appresa nelle sue modalità di esecuzione, permette di raggiungere risultati ripetibili e verificabili, con una dipendenza dalla manualità dell'operatore trascurabile.

Gli ambiti applicativi di StereoScan sono gli ambienti con volume di sorveglianza limitato, quali possono essere gli accessi a strutture sensibili o a particolari edifici aperti al pubblico (banche ed uffici postali ad esempio). È importante sottolineare che i volumi che possono essere sorvegliati con StereoScan possono essere notevolmente più importanti di quelli che possono essere coperti da un sistema di scansione tridimensionale. In effetti si può validamente affermare che StereoScan è un sistema di videosorveglianza, per quanto particolare, mentre i sistemi di scansione tridimensionale del volto sono sistemi di identificazione di tipo biometrico che, in quanto tali, necessitano di una cooperazione da parte del soggetto ripreso.

### **LA VERIFICA DI IDENTITÀ CON STEREOSCAN**

Il sistema StereoScan riprende più immagini del soggetto da diverse angolazioni in modo da permettere una successiva ricostruzione tridimensionale del volto, con particolare riferimento alla corretta localizzazione della posizione dei punti di repere.

La procedura identificativa che ne scaturisce potrà quindi avvalersi di tutte le possibili tecniche identificative basate sul confronto di informazioni tridimensionali di punti e di profili sviluppate dalla antropometria più moderna in modo da garantire la minore incertezza possibile nella verifica di identità.

L'applicazione di tale procedura in ambito forense è ancora estremamente limitata in quanto prevede che vi sia un sistema di scansione tridimensionale del volto in grado di generare un modello del volto del rapinatore; tale approccio, come precedentemente sottolineato, comporta tuttora delle limitazioni per cui è ancora poco diffusa. L'innovazione introdotta da StereoScan consiste nella possibilità di ricavare tale informazione direttamente dalle immagini riprese dalle telecamere e quindi con una soluzione che è una semplice evoluzione della ben nota tecnologia dei sistemi di videosorveglianza.

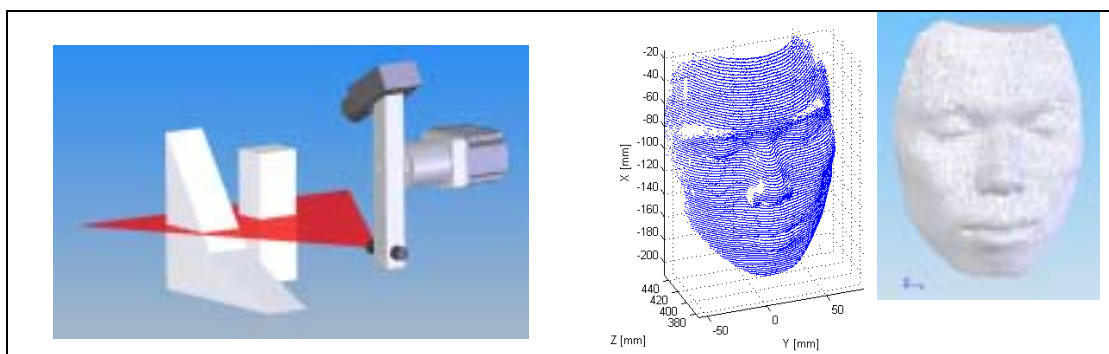
A fronte di un evento criminale sarà quindi possibile recuperare le immagini del/i rapinatori ed estrarre dalle stesse tutte le informazioni necessarie per costruire un modello tridimensionale del volto, con particolare attenzione ai punti di repere antropometrici.

I passi fondamentali della procedura sono i seguenti [8,10]:

- a) Si recuperano tutte le immagini del rapinatore riprese tramite StereoScan e si scelgono quelle che meglio si adattano all'espletamento della procedura di verifica di identità;

- b) Si individuano i punti di repere su tutte le immagini riprese da StereoScan con una procedura combinata manuale-assistita; operativamente questo significa che il medico legale individua manualmente il punto di repere tramite il puntatore del mouse ma ha disposizione alcuni ausili quali la possibilità di intervenire sull'immagine con particolare algoritmi di elaborazione finalizzati a migliorarne le caratteristiche. Al termine di questa fase sono note le coordinate bidimensionali nel sistema di riferimento immagine di tutti i punti di repere antropometrici. L'operazione deve essere svolta per tutte le immagini che si intendono utilizzare per la verifica di identità.
- c) Si accoppiano i punti di repere su tutte le immagini in modo che il sistema sia in grado di conoscere la loro posizione in ogni singola immagine; anche l'operazione di accoppiamento vede un importante ausilio da parte del software che, applicando delle procedure tipiche della visione stereoscopica, limita la libertà di posizionamento dei punti di repere alle uniche aree logicamente possibili rendendo evidenti eventuali incongruenze nella identificazione degli stessi.
- d) In automatico il sistema calcola le coordinate tridimensionali di tutti i punti di repere nonché le loro distanze relative, sia lineari che angolari.
- e) Riunendo le coordinate tridimensionali di tutti i punti di repere si definisce quindi un modello tridimensionale semplificato del volto che, per quanto caratterizzato da un numero molto limitato di punti, ha un enorme contenuto informativo per la successiva verifica di identità.
- f) Qualora sia ritenuto indispensabile sarà possibile con una procedura sostanzialmente analoga estrarre dal sistema le coordinate tridimensionali di eventuali contrassegni individualizzanti come le già citate variazioni cromatiche della cute nonché l'andamento di particolari profili (si pensi ad esempio a quello della piramide nasale).

Il modello tridimensionale del volto così ottenuto può ora essere confrontato con quello del rapinatore che viene acquisito con una delle tante tecniche di scansione senza contatto disponibili sul mercato; nella Fig. 3 si mostra il sistema di scansione sviluppato allo scopo dagli autori che si caratterizza per una estrema semplicità d'uso e per una elevata affidabilità nella scansione di distretti anatomici. La semplicità è dovuta ad una accurata scelta dei componenti che possono tutti essere interfacciati direttamente ad un personal computer portatile standard di cui sfruttano la porta seriale (o USB in alternativa) e l'interfaccia Firewire mentre l'affidabilità deriva dall'utilizzo combinato di una lama laser monocromatica a bassa intensità con un filtro passa banda installato frontalmente all'ottica della telecamera.

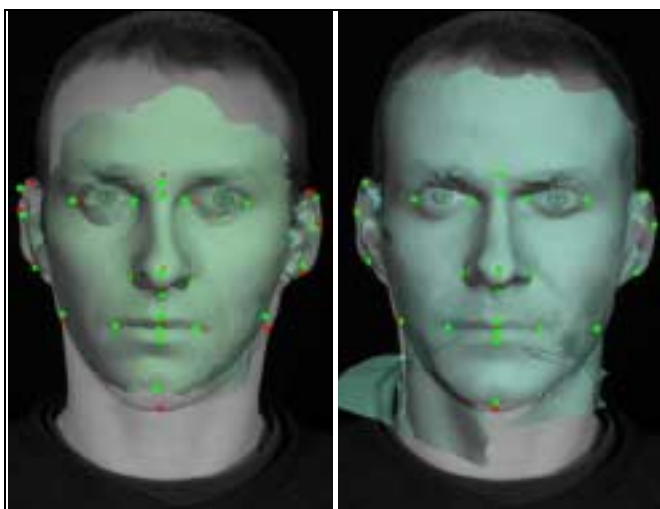


**Fig. 3**

**Schema del sistema per la scansione dei volti ed esempio di scansione visualizzata come nuvola di punti e come solido.**

Il confronto tra il modello tridimensionale del rapinatore e quello dell'imputato, solitamente limitato ai punti di repere, sono una serie di valori numerici che, se inferiori ad una certa soglia garantiscono l'identificazione mentre se superiori permettono di arrivare ad un giudizio di esclusione.

Senza approfondire l'aspetto matematico della questione si riportano due immagini dove viene svolto il confronto tra la stessa immagine ripresa da un sistema di videosorveglianza e due modelli tridimensionali di due soggetti diversi. Risulta immediatamente evidente come nella immagine a destra immagine e modello siano dello stesso soggetto (verifica di identità positiva) mentre a sinistra i due soggetti sono diversi (giudizio di esclusione).



**Fig. 4**  
Esempio di sovrapposizione tra due modelli della stessa persona (a sinistra) e di persone diverse (a destra).

## CONCLUSIONE

La tecnologia dei sistemi di videosorveglianza può essere distinta tra sistemi passivi (che si limitano a registrare le informazioni) e sistemi attivi (che utilizzano le immagini a fini identificativi).

I sistemi passivi rappresentano attualmente la quasi totalità del mercato in quanto quelli attivi presentano ancora notevoli limitazioni al loro utilizzo pratico a causa di una modesta affidabilità operativa; in effetti si può affermare che non esistono ad oggi applicazioni di riconoscimento attivo tramite telecamere applicate quotidianamente su vasta scala. I sistemi biometrici che prevedono un riconoscimento, e quindi sono in grado di svolgere la funzione di controllo accessi, si stanno infatti orientando verso tecniche più affidabili che tuttavia comportano un grado di cooperazione da parte dell'utente quali la ben nota tecnica di rilievo dell'impronta digitale piuttosto che le emergenti soluzioni basate sulla misura bi e tridimensionale della mano piuttosto che il controllo dell'iride.

Il sistema StereoScan si pone verso l'utente come un classico sistema di videosorveglianza e quindi non necessita di una particolare collaborazione da parte del soggetto che viene ripreso; infatti l'unica caratteristica che viene verificata dal sistema all'atto delle acquisizione delle immagini è l'assenza di mascheramenti tali da inibire il successivo riconoscimento. Ciò nonostante il sistema permette a posteriori di eseguire delle misure tridimensionali sui volti dei soggetti ripresi in modo da ridurre drasticamente l'incertezza della procedura di verifica di identità legata al semplice utilizzo di immagini bidimensionali. Questa considerazione è particolarmente importante in

quanto il risultato può essere ottenuto con modifiche tutto sommato modeste ai sistemi di videosorveglianza già installati con un impatto economico e sistemistico di gran lunga inferiore a quello necessario per l'installazione di sistemi di scansione automatica del volto.

Il principale vantaggio dell'utilizzo di StereoScan sta quindi nella possibilità di disporre in modo semplice di tutte le misure necessarie per svolgere al meglio la procedura di verifica di identità il che, oltre a ridurre i tempi e l'incertezza di giudizio, permetterebbe anche di eliminare la necessità di ricorrere alla identificazione diretta tramite testimoni.

Inoltre si ritiene che StereoScan migliori la sicurezza delle aree videosorvegliate in quanto la sua reale efficacia identificativa permette di aumentare l'effetto deterrente.

Si sottolinea da ultimo che il sistema StereoScan si limita ad acquisire e salvare le sole immagini, senza eseguire alcuna procedura volta al riconoscimento automatico il che permette di ridurre l'importanza delle problematiche legate alla privacy in quanto l'archivio contiene immagini non collegate ad informazioni sensibili.

### ***Bibliografia***

- [1] R. Sala, A. Cantatore, A. Cigada, E. Zappa "Personal identification and minimum requirements on image metrological features", IMEKO, IEEE, SICE, 2nd International Symposium on Measurement, Analysis and Modeling of Human Functions 1st Mediterranean Conference on Measurement, June 14-16, 2004, Genova, Italy
- [2] M. Yoshino, K. Noguchi, M. Atsuchi, S. Kubota.,K. Imaizumi, C.D.L. Thomas, J.G. Clement (2002). Individual identification of disguised faces by morphological matching, *Forensic Science International*, vol. 127, pp 97-103, 2002.
- [3] M. Yoshino, Matsuda H., Kubota S., Imaizumi K., Miyasaka S. (2000). Computer-assisted facial image identification system using 3D physiognomic range finder. *Forensic Science International* 2000.
- [4] F.Introna, G.Mastronardi, Di Vella. (1998). L'identificazione di autori di rapine in banca mediante analisi morfometrica di immagini registrate su supporto magnetico (videotape): esperienza su 39 casi. *Medicina Legale Quaderni Camerti XX* 1998: 1
- [5] N. Balossino, S. Siracusa (1998). Parametri discriminatori nel riconoscimento di volti. *Polizia Moderna* 1998: 1 - suppl.
- [6] P. Vanezis, C. Brierley. (1996). Facial image comparison of crime suspects using video superimposition. *Science & Justice*, 1996.
- [7] P. Vanezis, A. Sharom, R.C. Chapmen (1996). Techniques in facial identification: computer aided facial reconstruction using a laser scanner and video superimposition. *International Journal of Legal Medicine*, 1996: 108
- [8] A. Cigada, R. Sala, E. Zappa, "On The Use Of Computer Reconstructed Geometrically Compatible Images As An Assistance To Person Identification" IMS 2005 - IEEE International Workshop on Measurement Systems for Homeland Security, Contraband Detection and Personal Safety, Orlando, FL, USA, 29-30 March 2005
- [9] M. Dufour, R. Sala, G. Diterlizi, A. Cantatore, C. Pirotta "Video recording system: a method to test the suitability for identification purposes", XIX Congress International Academy of Legal Medicine, 3-6 settembre 2003
- [10] R. Sala, M. Dufour "L'utilizzo di immagini geometricamente compatibili ricostruite al computer come ausilio alla identificazione personale", Convegno internazionale "L'automazione nei nuovi scenari globalizzati", 19-21 novembre 2002 - Milano, Italy

### ***Ringraziamenti***

Si ringraziano i dottorandi A. Cantatore e A. Basso per il loro contributo al lavoro in oggetto.