

# Biometria applicata alla sicurezza



***Prof. Bistarelli Stefano***

***Corapi Gessica***

***Fusco Federica***

# Indice

- Biometria
- Mercati di Applicazione
- Parametri Biometrici
- Quando tutto ebbe inizio
- Il riconoscimento di volti
- Analisi metrica
- L'impronta facciale
- Il riconoscimento automatico
- Sistemi Multi-modalità e Errori
- Metodi di acquisizione di immagini a confronto

# La biometria

*dal greco bios = "vita" e metros = "conteggio" o "misura",*

*è la scienza che misura le variabili fisiologiche e comportamentali tipiche degli organismi viventi, attraverso metodologie matematiche e statistiche.*

*Scopo: - riconoscimento di un individuo in base alle caratteristiche peculiari fisiologiche e comportamentali.*

- *definisce il grado di coincidenza delle caratteristiche biometriche rilevabili in un individuo, confrontandole con quelle di altri soggetti (comparazione del tipo uno a molti).*

# Applicazioni

- autenticazione degli accessi fisici in locali protetti,
- sicurezza nelle transazioni finanziarie,
- prevenzione delle frodi,
- proteggere e tutelare l'attività bancaria via internet,
- identificazione di soggetti,
- sicurezza negli aeroporti ,
- investigazione,
- schedatura dei criminali.

# Parametri biometrici

I parametri biometrici devono avere delle caratteristiche fondamentali:

- invarianza:
  - Costanza nel tempo
  - Indipendenza da variazioni significative dei soggetti sia dal procedimento d'acquisizione.
- Singolarità :
  - forti caratteristiche di discriminazione
- Accettabilità:
  - assenza di metodologie invasive
- Acquisibilità:
  - rilevamento e misurazione: semplice e tempi ridotti
- Affidabilità:
  - rilevazione riproducibile
- Privacy:
  - non deve violare la privacy
- Riducibilità:
  - dati organizzati in archivi

# Parametri comportamentali

- impronta vocale,
- scrittura grafica,
- firma,
- stile di battitura sulla tastiera,
- movimenti del corpo.

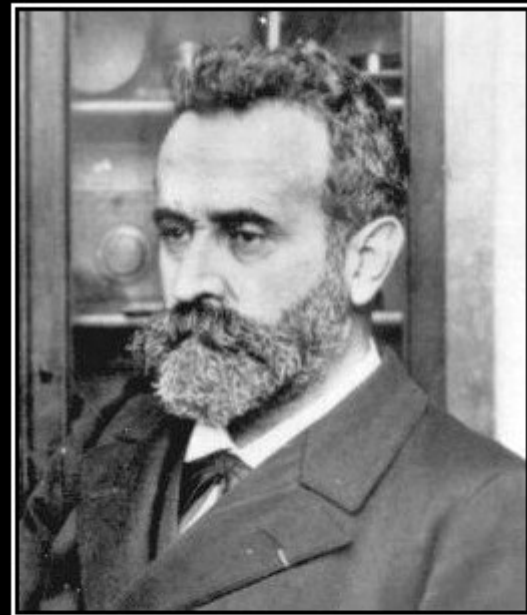
NB. Soggette ad alterazioni psicologiche dell'individuo

# Parametri fisici

- Altezza
- Peso
- Forma dell'orecchio
- Geometria della mano
- Riconoscimento della retina
- Riconoscimento dell'iride
- Riconoscimento delle impronte digitali
- Riconoscimento del volto

# Riconoscimento facciale

- Cenno storico :  
Alphonse Bertillon  
introdusse un metodo  
scientifico di  
segnalamento  
descrittivo per scopi  
identificativi (portrait  
parlè).  
Introdusse anche il  
segnalamento  
antropometrico (misure  
segmenti biologici).

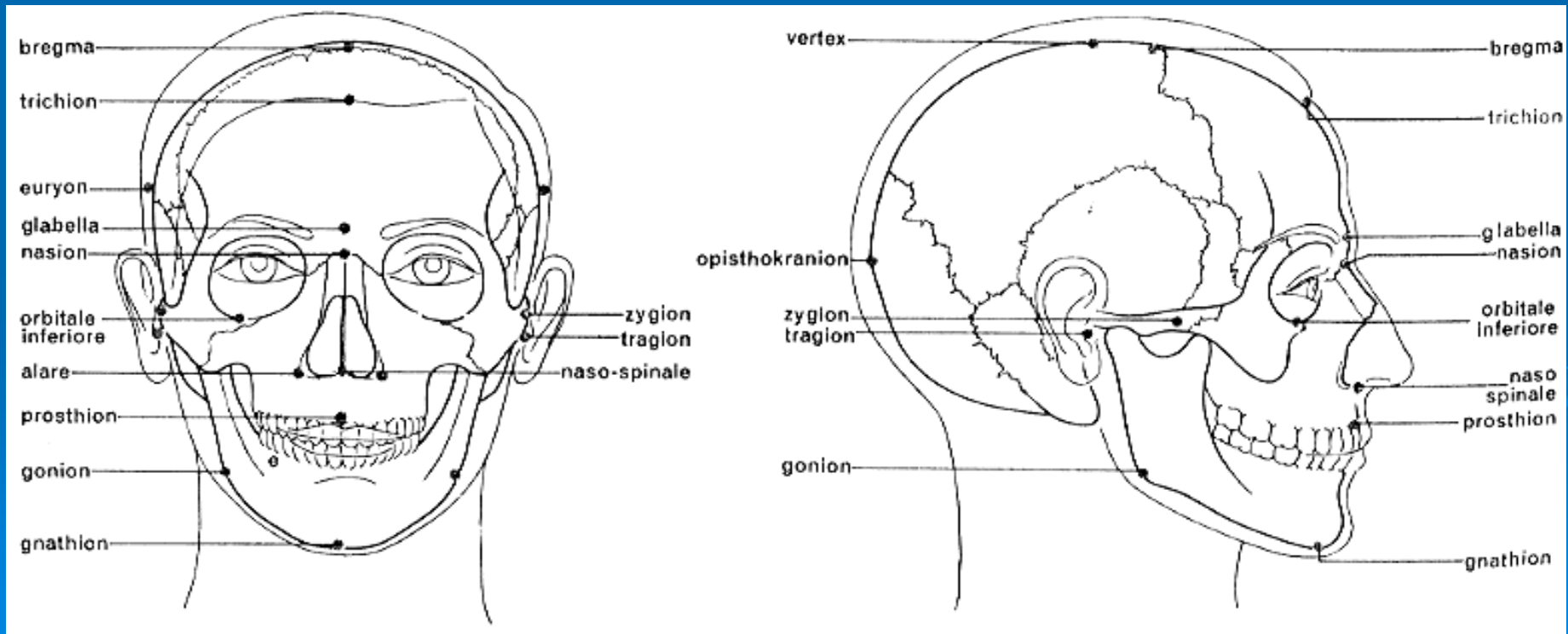


ALPHONSE BERTILLON (1853-1914)

# Biometria facciale

- Si basa su parametri discriminatori:
  - Fisionomici (qualitativi)
  - Metrici (quantitativi)
- Viene mediato da strumenti informatici appositi (evidenziando peculiarità poco visibili)

- Lo studio degli aspetti somatici e metrici richiede l'individuazione di particolari siti anatomici, detti punti di repere.
- Si parte dalla codifica di elementi fondamentali componenti il volto.



# Analisi fisionomica

- I connotati devono essere il più possibile indipendenti da variazioni significative e dall'età del soggetto.
- ❖ Forma del volto
- ❖ Forma della testa
- ❖ Attaccatura dei capelli
- ❖ Profilo globale
- ❖ Profilo fronto-nasale
- ❖ Profilo naso-buccale
- ❖ Profilo della fronte
- ❖ Profilo piramide-nasale
- ❖ Orecchio esterno (forma, direzione,.....)
- ❖ Forma del mento
- ❖ Struttura della bocca
- ❖ Aspetto delle sopracciglia

# Analisi metrica

- Vengono prese delle misure dalle immagini 2D del soggetto cosicché possono essere confrontate con altri soggetti.
- Una procedura utile è la scomposizione in triangoli a partire dai punti di repere.

$$\frac{4\pi A}{p^2}$$

Esempio di grandezza caratterizzante i triangoli  
(Fattore di forma)

A = area

P = perimetro

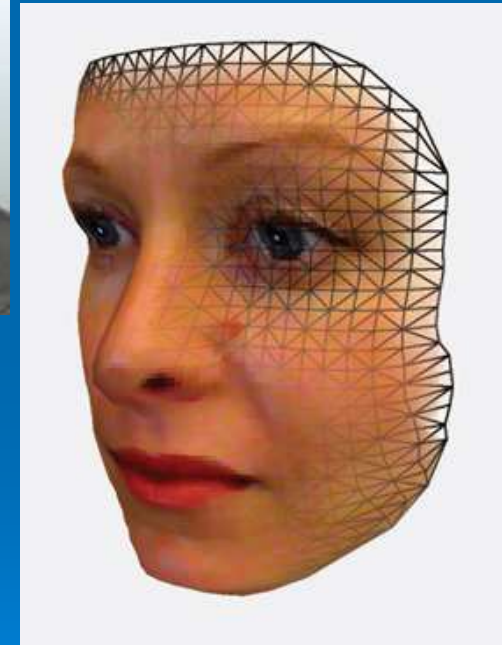
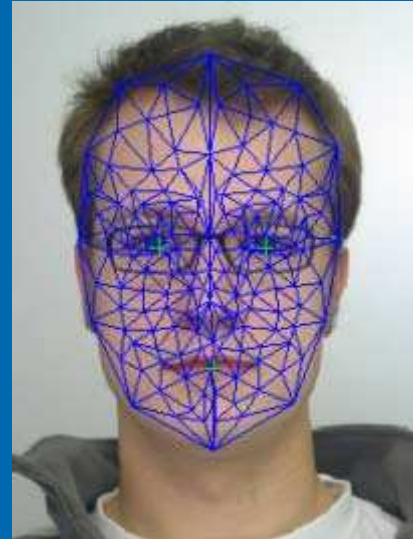
# Indici antropometrici

## ➤ Metodo descrittivo basato su rapporti di misure di elongazione

- **Cefalico orizzontale** (larghezza testa/lunghezza testa)
- **Facciale** (distanza radice naso-gnathion/diametro bizomatica)
- **Nasale** (larghezza/altezza del naso)
- **Auricolare** (larghezza/lunghezza dell'orecchio)
- **Angoli facciali** (i triangoli che si possono ricavare dal profilo facciale oltre a definire dei fattori di forma permettono di ricavare angoli facciali che possono essere utilizzati come misure di riferimento)

# Impronta facciale

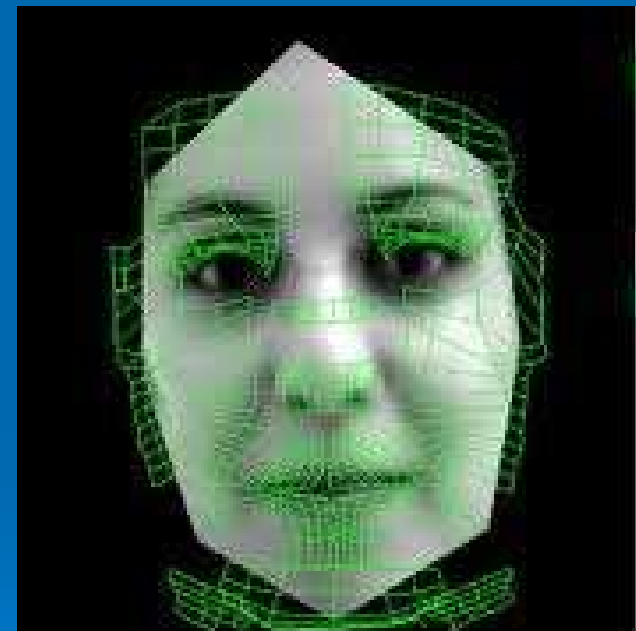
- Collegando tutti i punti di repere si ottiene una “gabbia strutturale” che costituisce un’impronta facciale altamente discriminante.
- Le impronte facciali possono sovrapporsi ad altre per verificarne l’identità.
- Margine d’errore da posizione del volto e qualità immagine.



# Metodologia d'indagine

- Acquisizione numerica delle immagini
- Valutazione degli aspetti di somiglianza
- Estrazione impronta facciale
- Sovrapposizione dell'immagine
- Analisi della sovrapposizione

## Esempio



# Verifica e Riconoscimento

- Verifica: Confronto *Uno a Uno*. Conferma l'identità dichiarata da un individuo (mediante: carta di identità, codice utente, ...)
- Riconoscimento: Confronto *Uno a Molti*. Stabilisce l'identità di un soggetto a partire da un insieme di persone registrate



# Fasi del riconoscimento

- Pre – elaborazione (eliminazione difetti immagine)
- Segmentazione (focalizzazione su particolari o totale)
- Estrazione dei parametri (formazione gabbia strutturale)
- Riconoscimento

# Metodi di acquisizione a confronto



# Camere stereoscopiche

Nasce dallo studio effettuato dai ricercatori che si occupano di Computer Vision per simulare il modo in cui il cervello umano percepisce “visivamente” un oggetto tridimensionale.

Acquisiscono un volto per mezzo di una coppia di camere stereoscopiche. La superficie 3D risultante viene generata a partire dalla coppia di immagini.

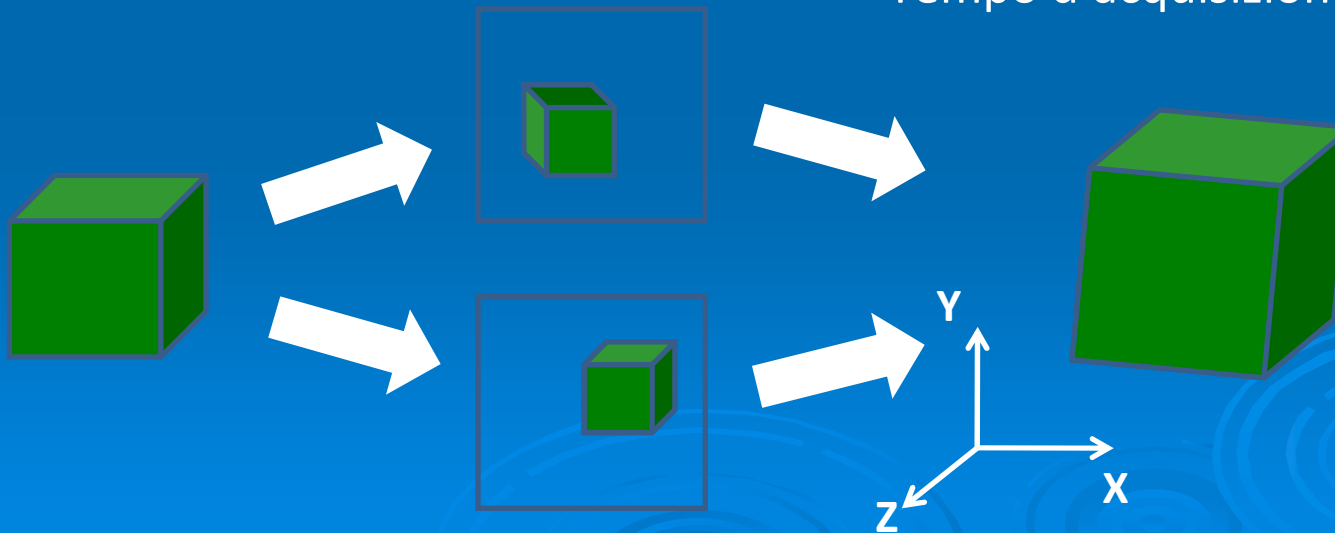


# Camere stereoscopiche

## Algoritmo:

1. Trovare le caratteristiche in una delle due immagini
2. Cercare le stesse caratteristiche nell'altra immagine
3. Calcolare la corrispondenza tra la coppia di caratteristiche per trovare la coordinata  $z$ .

- Sono sensibili alle variazioni d'illuminazione.
- Costo Hardware: basso.
- Qualità d'acquisizione: media.
- Tempo d'acquisizione: Real-Time.



# Scanner a luce strutturata

Gli scanner a luce strutturata tipicamente proiettano un pattern luminoso sul volto

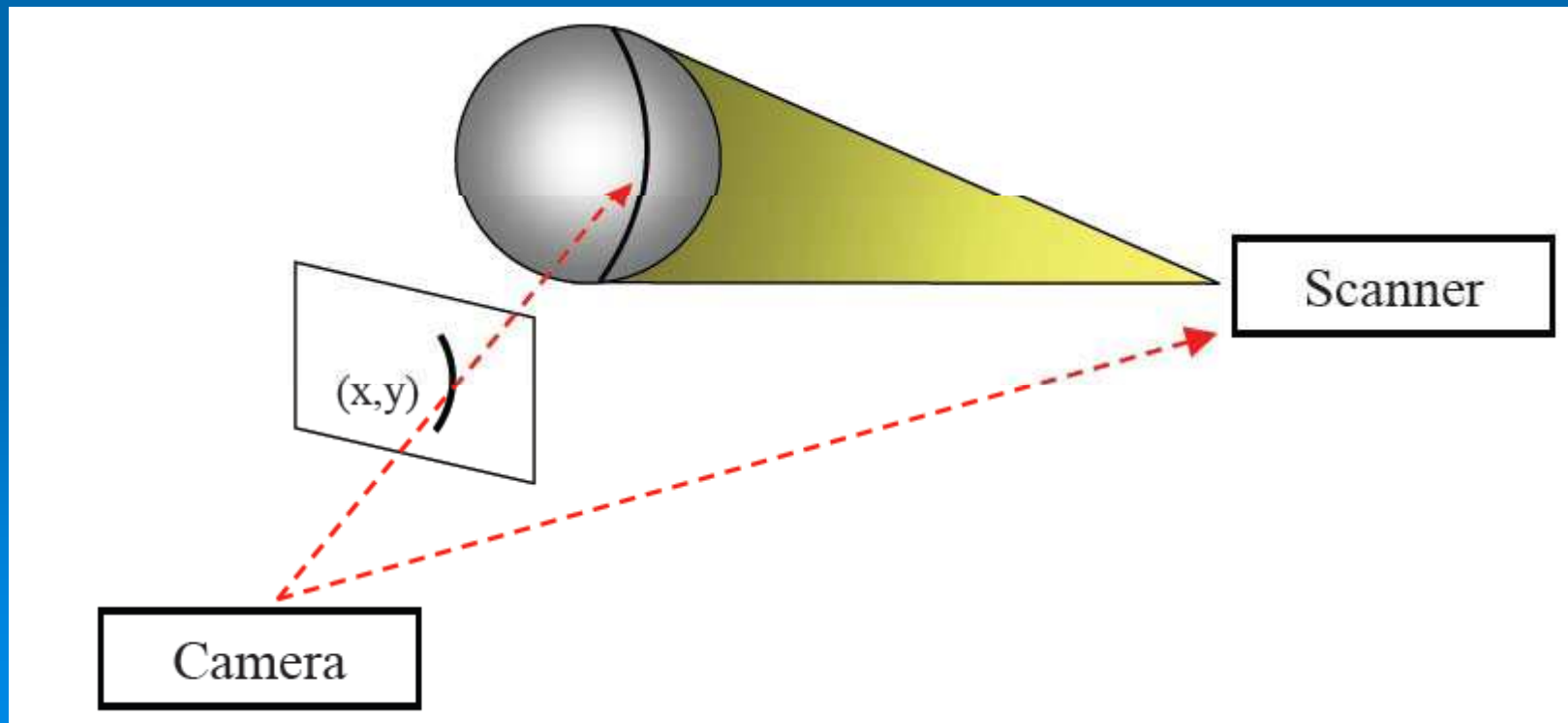
La sorgente luminosa è solitamente una luce alogena ordinaria, quindi non causa problemi alla retina degli occhi.

- Sensibili a variazioni d'illuminazione estreme.
- Costo Hardware: Medio - elevato
- Qualità d'Acquisizione: Media-Elevato
- Tempo d'acquisizione: 3-8 secondi.



# Scanner a luce strutturata

La griglia luminosa è distorta dalla superficie del volto.  
Lo scanner ne legge la distorsione e ricostruisce il volto.  
Gli scanner a luce strutturata catturano una superficie completa da un particolare punto di vista. I dati provenienti da punti di vista multipli possono essere combinati per creare un modello 3D completo della testa.

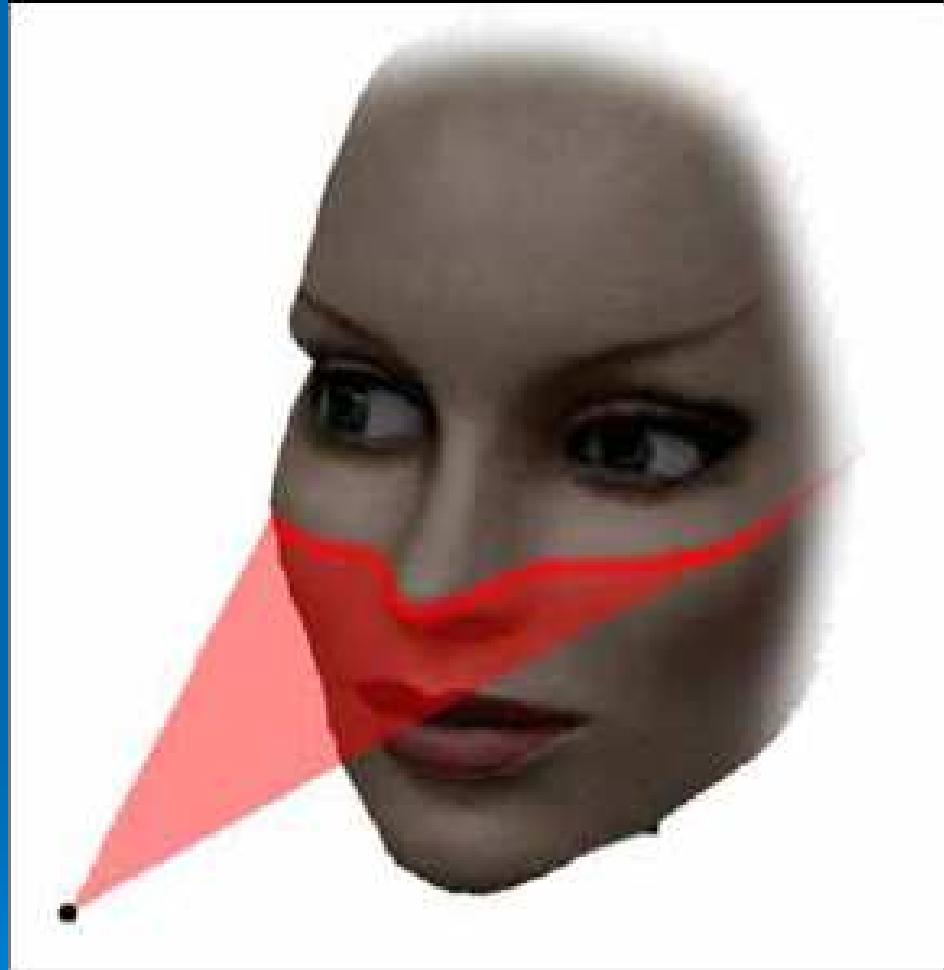


# Scanner laser

Gli scanner laser proiettano un singolo fascio laser sul volto. L'algoritmo di generazione del modello 3D è simile a quello utilizzato dagli scanner a luce strutturata.

La sorgente laser è invasiva e pericolosa alla retina degli occhi.

- Non sono sensibili alle variazioni d'illuminazione.
- Costo Hardware: Medio - elevato
- Qualità d'Acquisizione: Elevato
- Tempo d'acquisizione: 6-30 secondi.



# Morphable Models

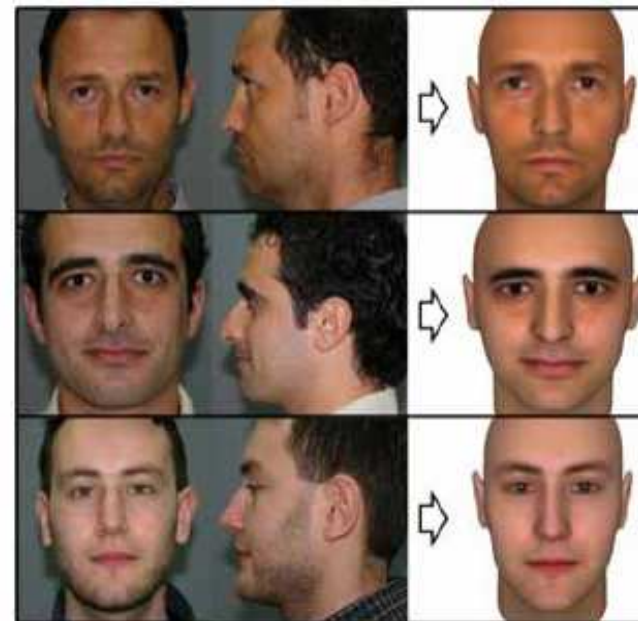
- Un sistema di acquisizione atipico è quello basato su una tecnica tradizionale di computer grafica, il morphing.

- Il **morphing**: il modello 3D di partenza viene modificato e adattato in un altro modello 3D finale.

- **morphable model** rappresentazione dinamica del volto. (informazioni sulla geometria e sulla struttura dinamica)

## Algoritmo

- 1.Acquisire due o tre immagini fotografiche del volto (frontale, laterale, diagonale)
- 2.Modificare la forma ed i colori di un modello generico di volto (morphable model) in accordo al contenuto delle immagini.
- 3.Generare la texture combinando le due o tre immagini.



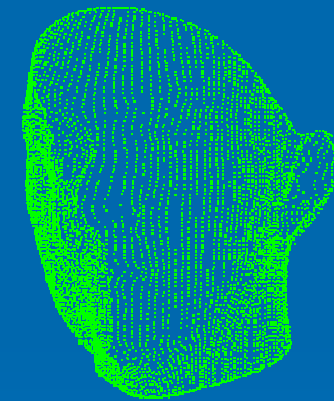
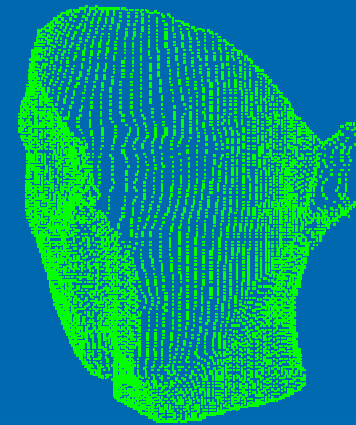
# Sistemi d'acquisizione basati su morphable model

utilizzano le immagini fotografiche per generare modelli del volto 3D.

Vantaggi : poter rappresentare anche una struttura dinamica della superficie del volto:

- Generazione sintetica di espressioni facciali:

- Sono sensibili alle variazioni d'illuminazione.
- Costo Hardware: Basso
- Qualità d'Acquisizione: Medio
- Tempo d'acquisizione: > 1 Minuto.

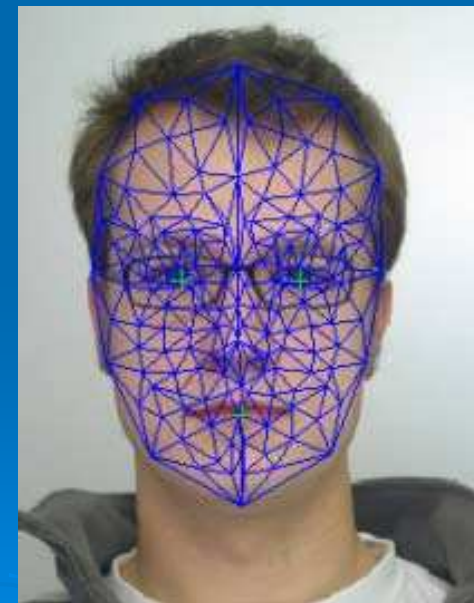
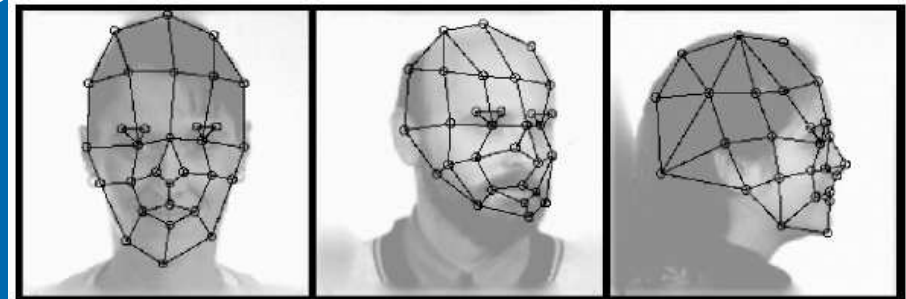


# Sistemi basati sui Grafi

➤ attraverso filtri e funzioni di localizzazione vengono localizzati sul volto un'insieme di punti di riferimento

➤ Questi punti vengono collegati da archi pesati e si ottiene un grafo

➤ Ad ogni volto è associato un grafo, per cui confrontare due volti significa confrontare due grafi.



## VANTAGGI

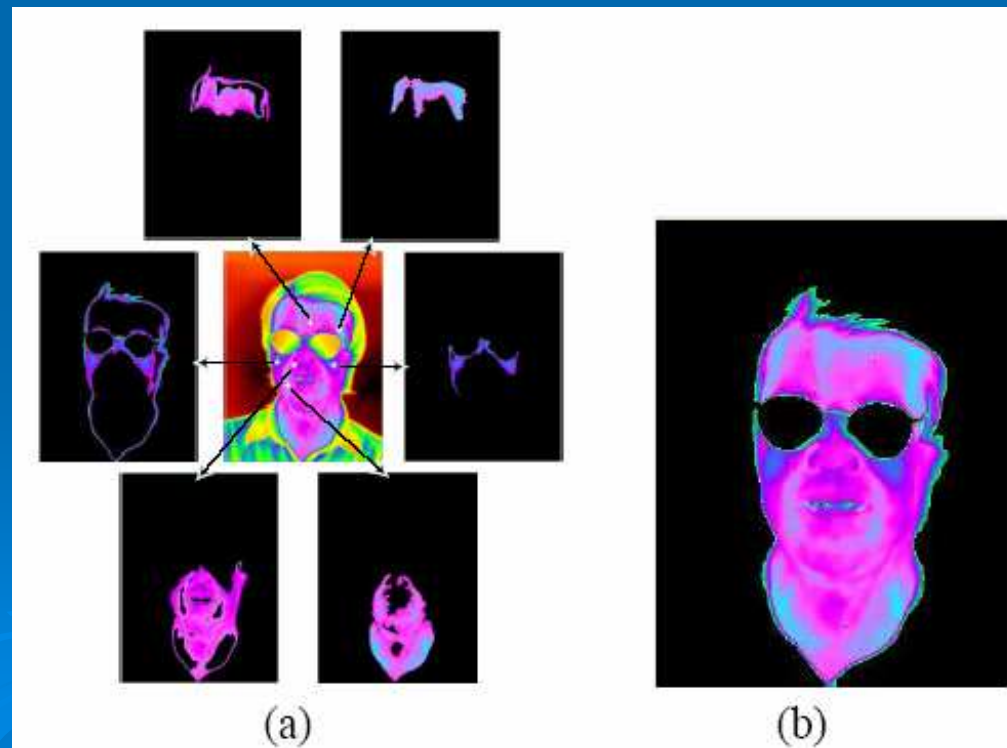
- Sono robusti rispetto alle variazioni di posa
- Sono robusti rispetto alle variazioni di illuminazione
- Non richiedono il retraining del sistema

## SVANTAGGI

- Il processo di training è lento
- Il processo di testing è molto lento perché richiede il confronto fra grafi.

# TERMOGRAMMA

- L'immagine del volto viene acquisita mediante un sensore termico.
- Il sensore rileva le variazioni di temperatura dell'epidermide del volto.
- L'immagine viene segmentata e indicizzata.



# Vantaggi e Svantaggi

- Sono robusti rispetto alle variazioni di illuminazione e alle variazioni di tempo
- Sono efficienti anche in caso di ambienti esterni
- Richiedono dispositivi di acquisizione costosi, troppo sensibili ai movimenti del soggetto e offrono limitate risoluzioni
- Dipendono dallo stato emotivo del soggetto
- La presenza di un vetro tra soggetto e dispositivo rende inefficace l'acquisizione

# Sistemi diversi a confronto

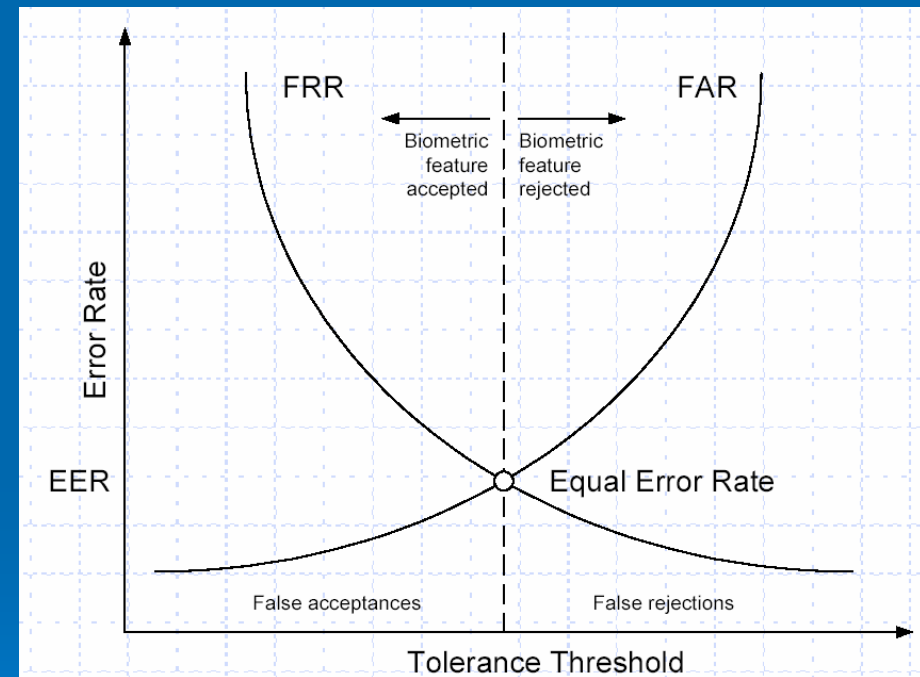
- • Negli ultimi dieci anni sono stati proposti un ampio numero di sistemi per il face recognition, per cui è necessario avere degli strumenti per misurare e confrontare le loro prestazioni.
- Le misure più comunemente utilizzate sono:
  - FAR: (False Acceptance Rate) tasso di false accettazioni
  - FRR: (False Rejection Rate) tasso di falsi rifiuti
  - ERR: (Equal Error Rate) tasso di uguale errore

# FAR e FRR

- Nella fase del riconoscimento ci sono 4 casi possibili:
  - I. L'identità corrisponde ma il soggetto è respinto (False rejection) FRR
  - II. Un impostore è accettato ( False Acceptance) FAR
  - III. Un impostore è rifiutato
  - IV. L'identità corrisponde ed il soggetto è accettato

# Tolleranza all'errore

- La soglia di tolleranza è cruciale e dipende fortemente dall'applicazione
- Una soglia troppo bassa causa molti errori di Tipo II (rifiuto di soggetti registrati) FAR
- Una soglia troppo alta causa molti errori di Tipo I (accettazione di impostori) FRR
- La scelta più utilizzata è ERR: Equal error rate (EER): FAR = FRR



$$\frac{FRR}{FAR}$$

Fattore di sensibilità del sistema

Fine

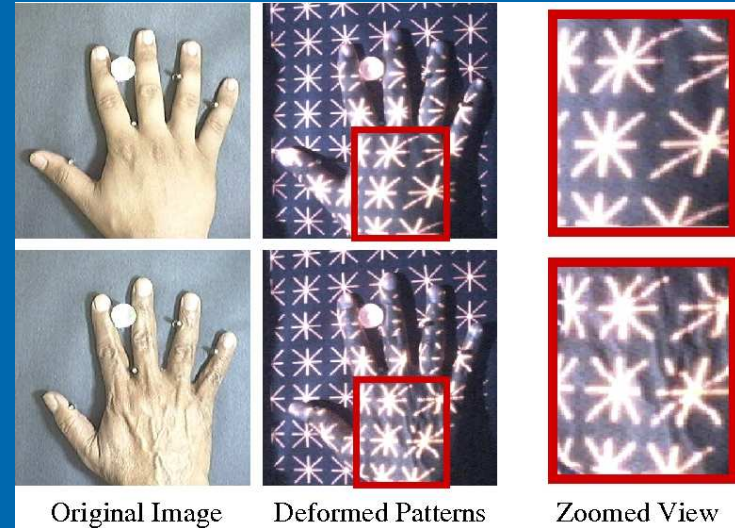
# Geometria della mano

Informazioni:

- Conformazione della mano
- Misure delle parti che la costituiscono

Può variare:

- a causa dell'età
- Fattori patologici (artrite)



Il metodo:

- Richiede facili metodologie d'acquisizione riproducibili
- Non lede la privacy

**Minime esigenze d'identificazione (non propriamente singolare).**



# Riconoscimento della retina

- Scansione della retina mediante un fascio di luce IR a bassa intensità.
- La mappa vascolare è definita *univoca e stabile*.

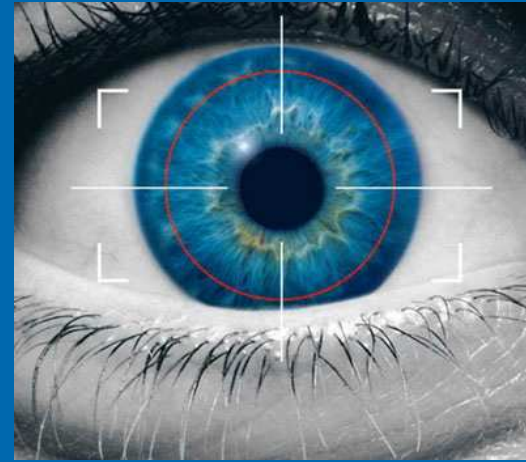
Il metodo:

- Grosse difficoltà di acquisizione
- Ampia collaborazione dell'utente
- I costi sono molto elevati
- È relegato nelle applicazioni che necessitano di sicura identificazione (struttura di ricerca, militari e zone di detenzione)



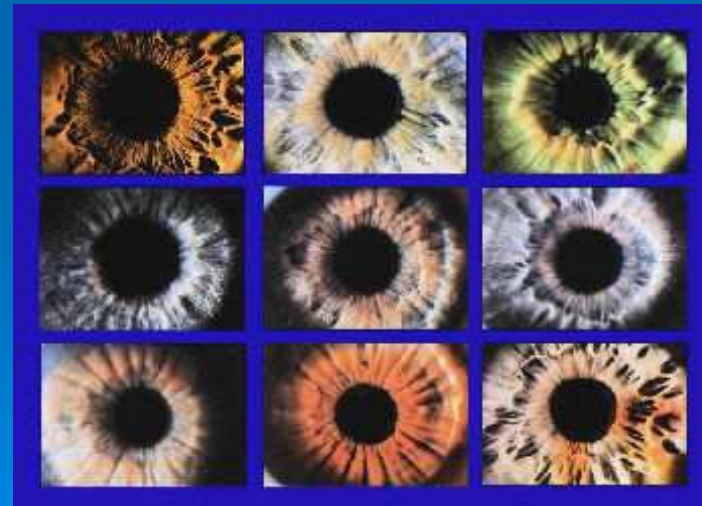
# Riconoscimento dell'iride

- L'iride contiene parametri di alto potere discriminante per soggetti che non fanno uso di droghe, non indossino lenti a contatto e non siano affetti da patologie.



## Metodo

- Acquisizione mediante luce laser ad elevata definizione
- Limitazioni simili a quelli per la retina



# Riconoscimento delle impronte digitali (dattiloscopia)



- Ogni impronta digitale è formata da un'insieme di linee dette creste che terminano o si biforcano in punti detti minuzie.
- La mappa delle creste e minuzie è unica
- Può modificarsi con la distruzione della cute

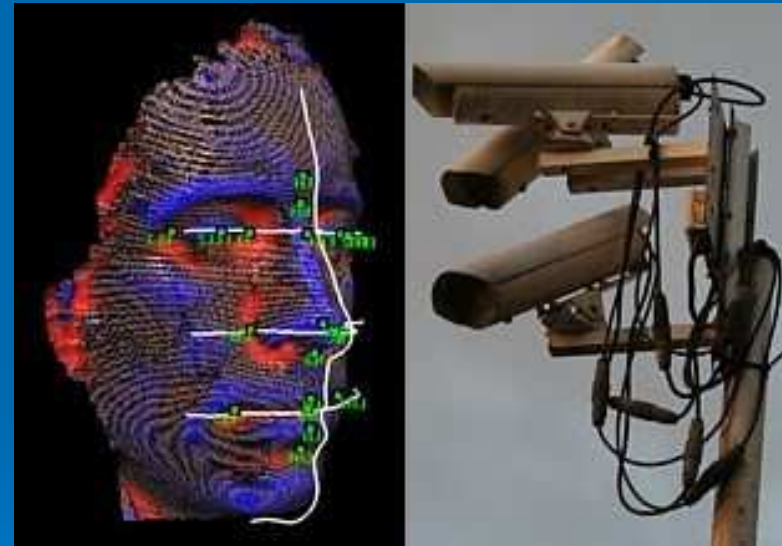


# Riconoscimento del volto

- Si basa sull'estrazione di parametri fisionomici e su misure metriche
- Le metodologie variano a seconda che il riconoscimento sia automatico o coinvolga l'operatore.

Metodo:

- Singolare ed accettabile



# Forma del volto frontale



ellittica



ovale



ovale invertita



rotonda



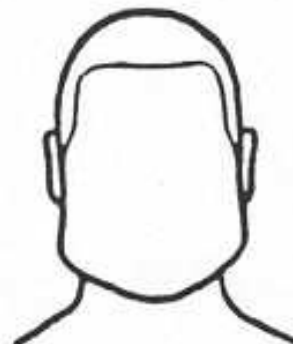
rettangolare



quadrata



rombica



trapezoidale



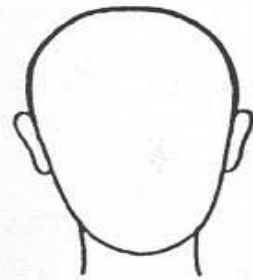
trapezoidale  
invertita



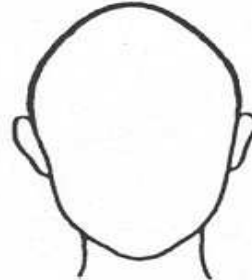
pentagonoide



# Forma della testa



testa fronte curva



testa carenata



testa profilo curva



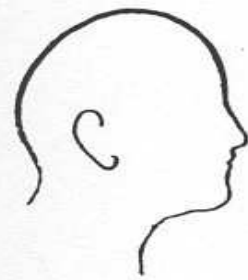
linea spezzata



insellata



con vertice posteriore



con vertice anteriore



con occipite sporgente



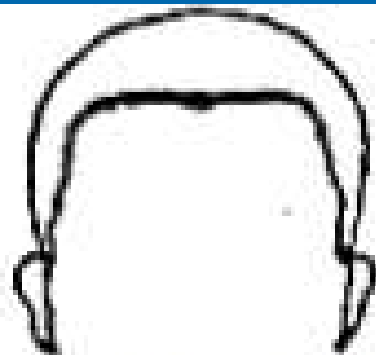
con occipite appiattito



# Attaccatura dei capelli



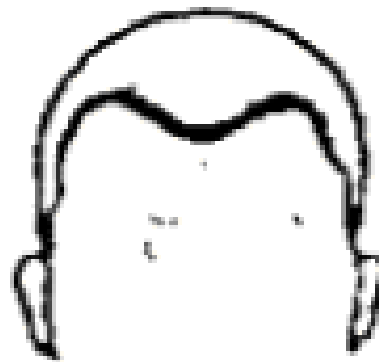
**attaccatura  
curvilinea**



**attaccatura  
rettilinea**



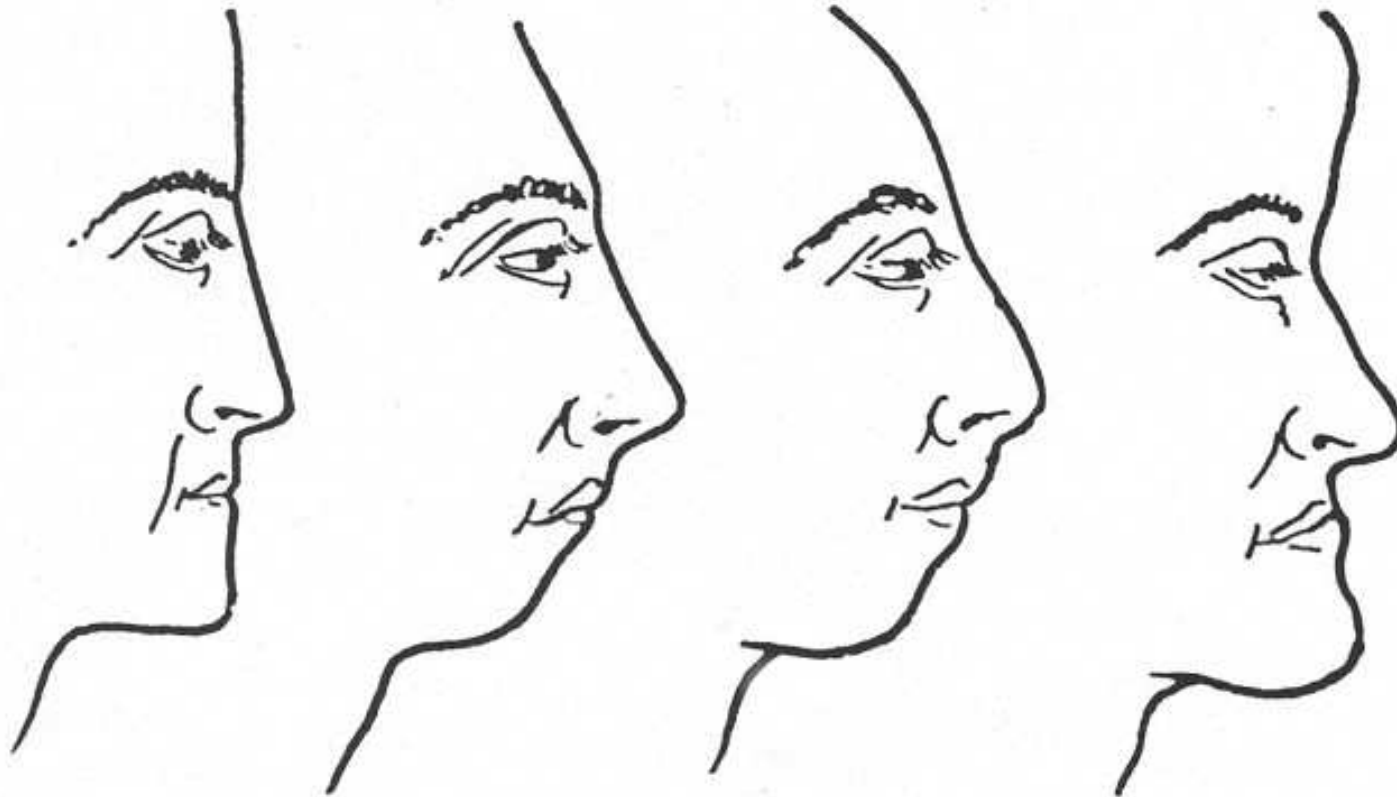
**trichion  
stretto**



**trichion  
largo**



# Profilo globale



Faccia rettilinea

faccia piramidale

faccia semilunare

faccia rientrante



# Profilo fronto-nasale



continuo



parallelo



spezzato



angoloso



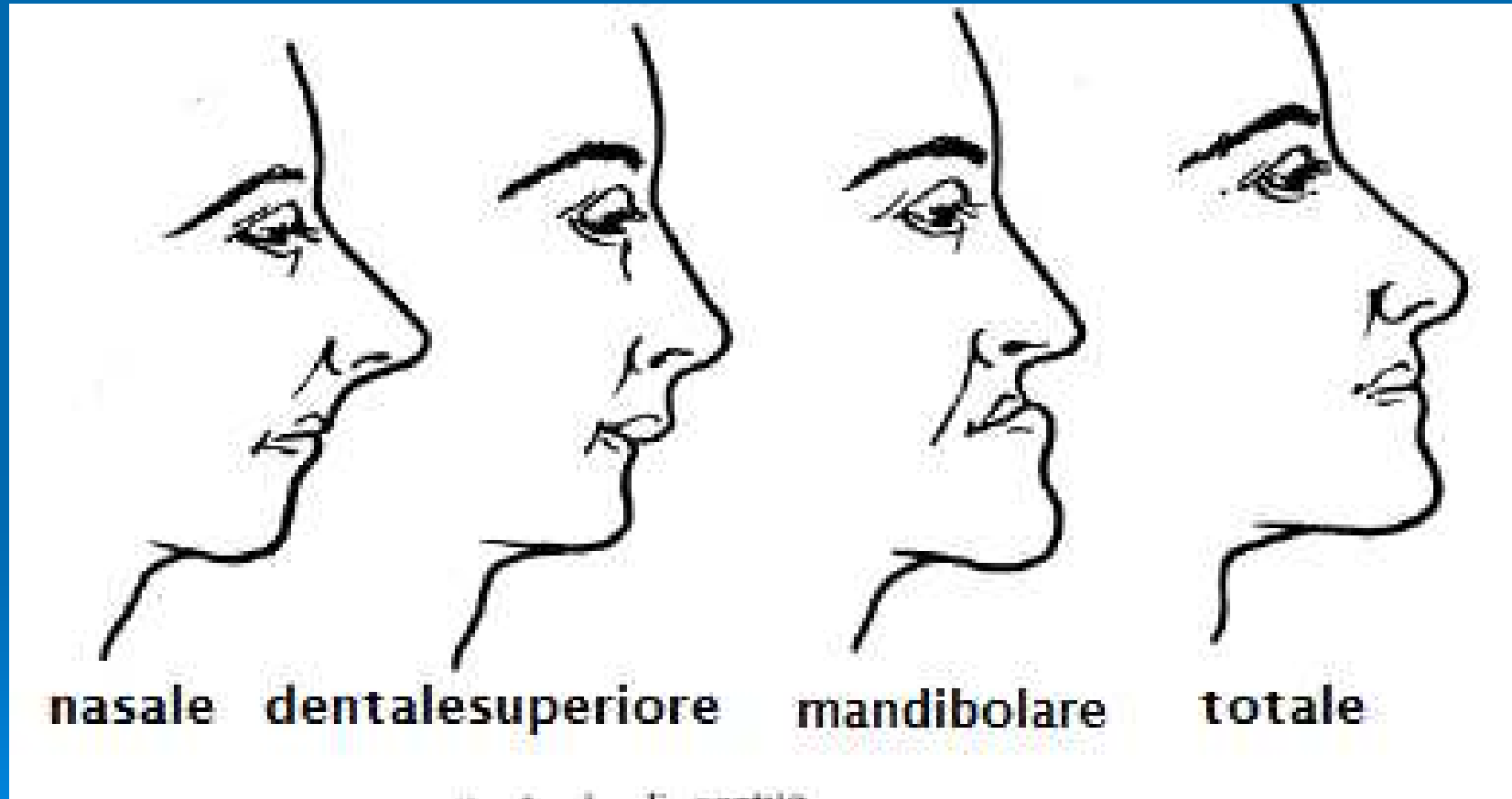
curvilineo



ondulato



# Profilo naso-buccale



# Profilo della fronte



concava



rettilinea



convessa



prominente



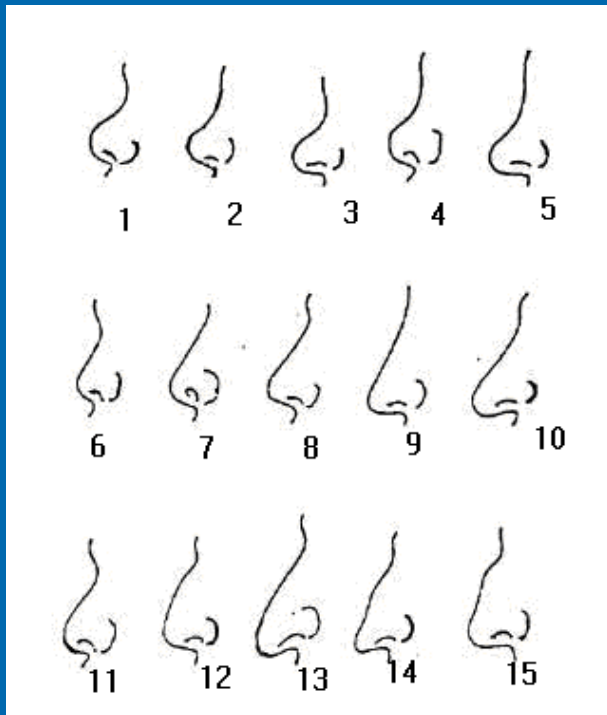
intermedia



sfuggente



# Profilo della piramide nasale



tipo	dorso	radice	punta	base
1	corto	infossata	verso l'alto	in avanti
2	corto	poco alta	verso l'alto	obliqua
3	corto	poco alta	verso avanti	orizzontale
4	media lunghezza	poco alta	verso avanti	in avanti
5	media lunghezza	alta	verso avanti	orizzontale
6	corto	infossata	verso l'alto	in avanti
7	media lunghezza	alta	verso l'alto	in avanti
8	media lunghezza	poco alta	verso avanti	poco in avanti
9	lungo	poco alta	verso avanti	orizzontale
10	lungo	poco alta	verso il basso	indietro
11	corto	infossata	verso l'alto	in avanti
12	media lunghezza	poco alta	verso avanti	poco in avanti
13	lungo	poco alta	verso il basso	indietro
14	lungo	poco alta	verso il basso	orizzontale
15	lungo	poco alta	verso avanti	orizzontale



# Orecchio esterno



- 1) elice;
- 2) tubercolo auricolare;
- 3) fossa scafoidea;
- 4) radice superiore dell'elice;
- 5) fossa triangolare;
- 6) pilastro inferiore dell'antelice;
- 7) parte superiore della conca;
- 8) radice dell'elice;
- 9) parte inferiore della conca;
- 10) meato acustico esterno;
- 11) nervo auricolo temporale;
- 12) trago;
- 13) incisura intertragica;
- 14) antitrago;
- 15) lobulo;
- 16) antelice.

## ❖ Forma



ovale



triangolare

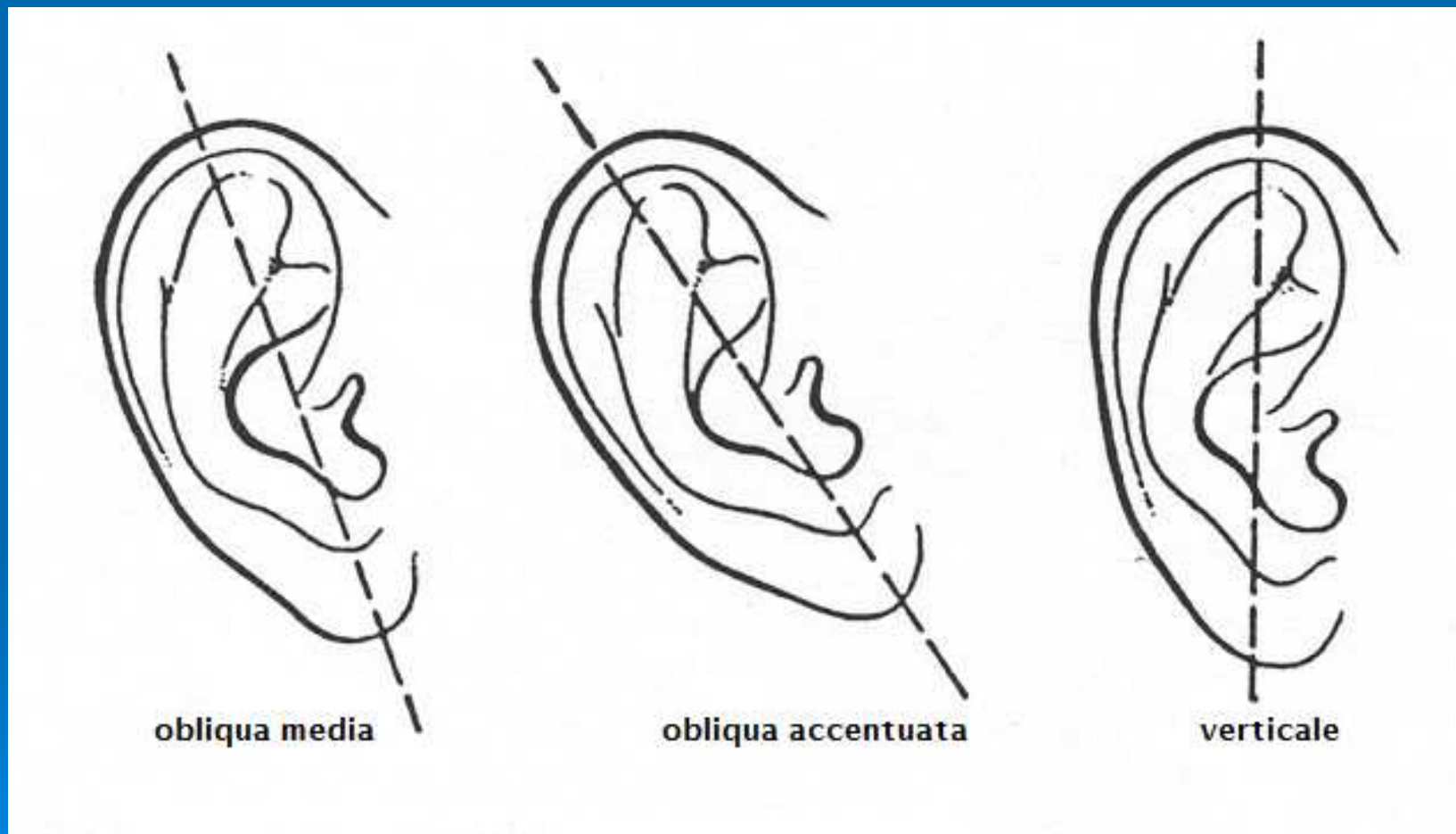


rettangolare



tondo

## ❖ Direzione



## ❖ Tubercolo di Darwin



orecchio da cercopiteco



orecchio a punta aguzza



orecchio a punta arrotondata



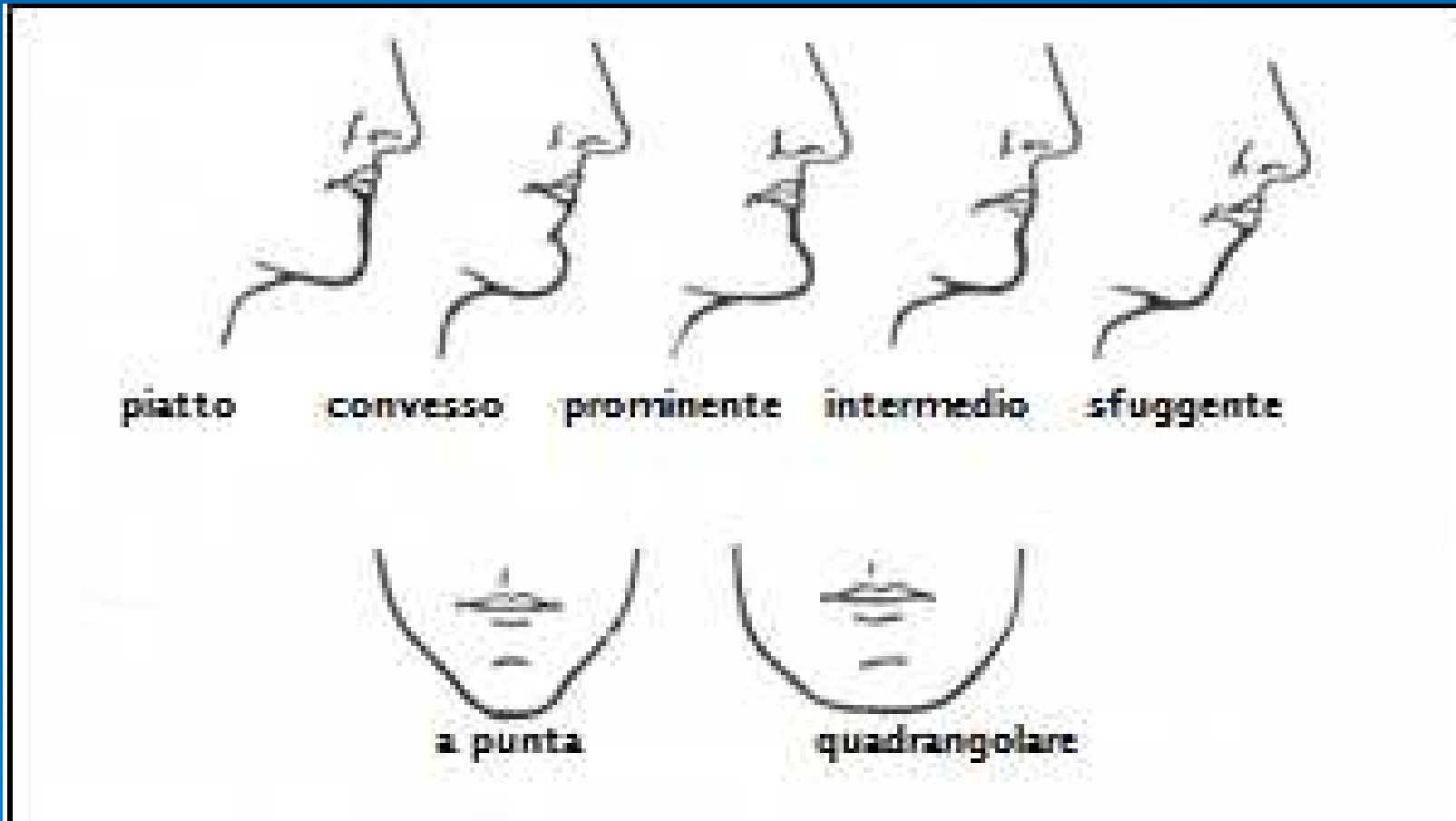
orecchio a punta appiattita



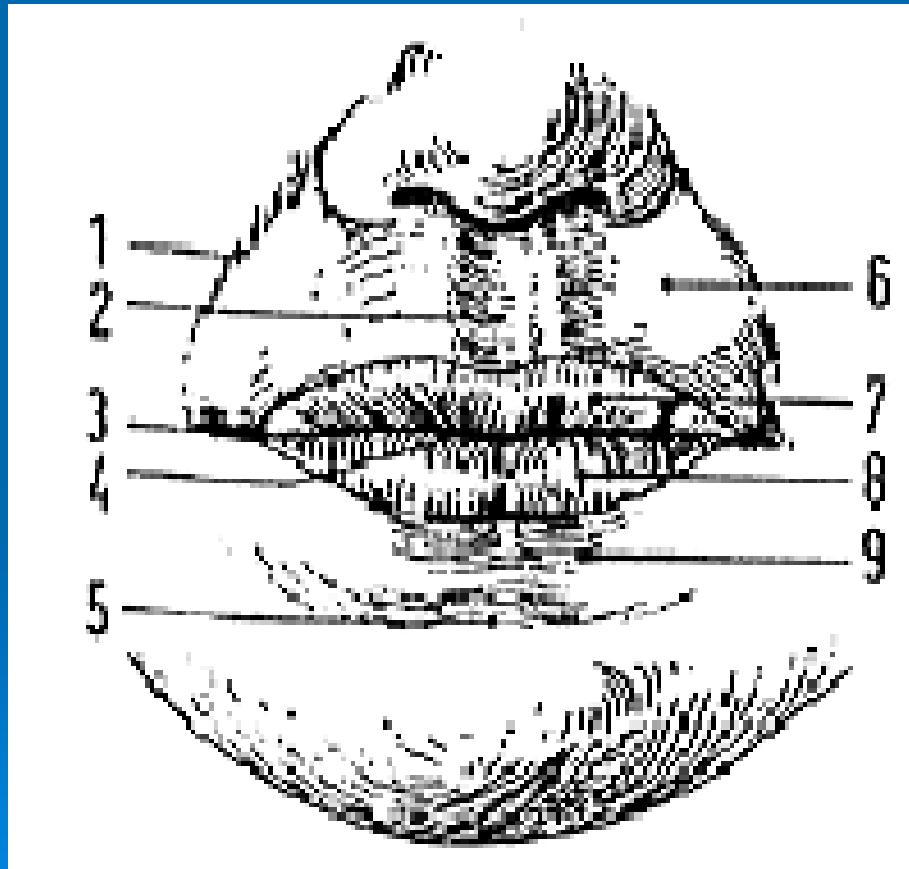
orecchio con assenza della punta



# Forma del mento



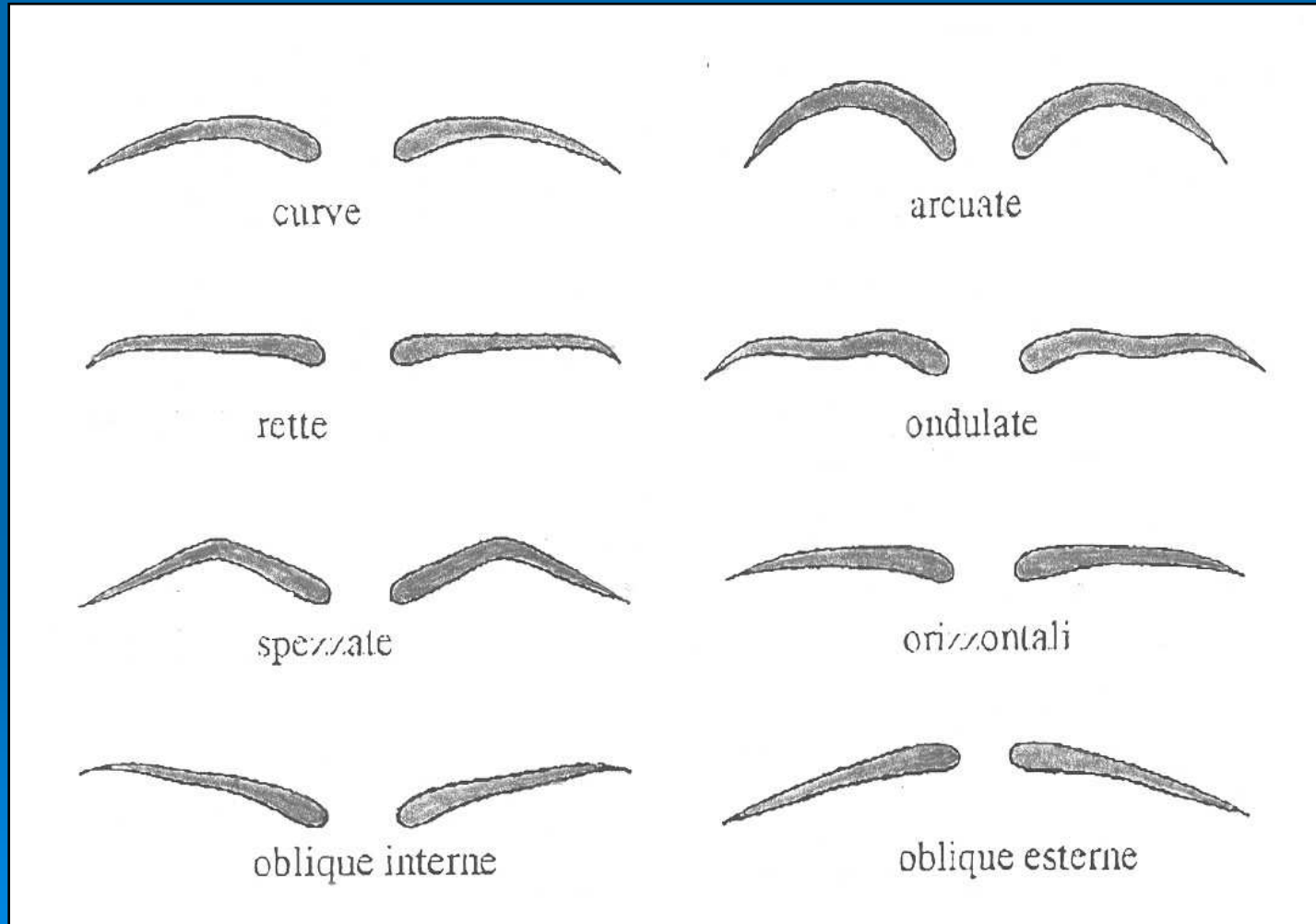
# Struttura della bocca



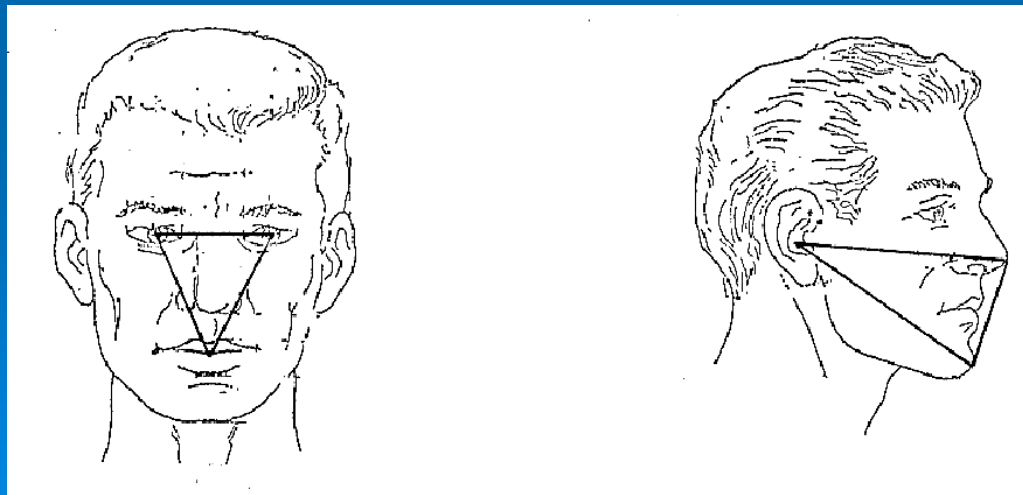
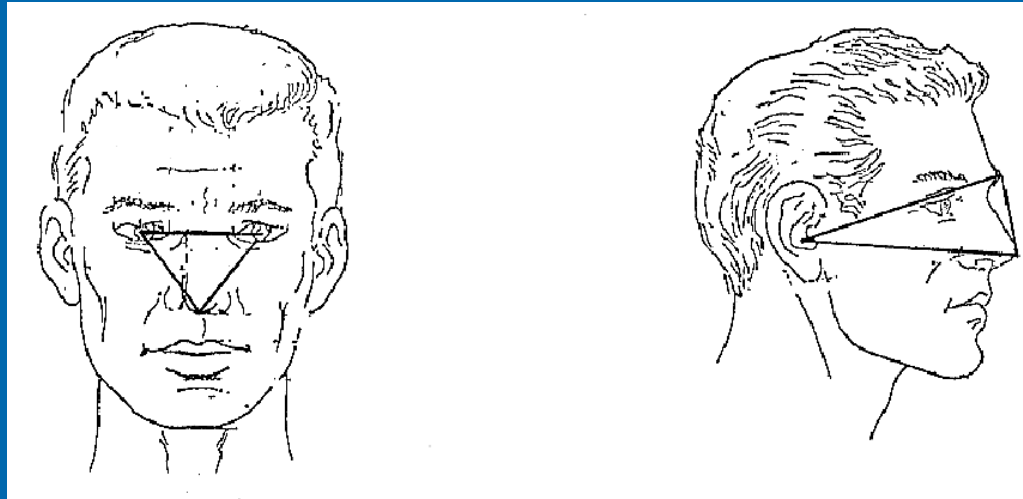
- 1) solco naso-labiale;
- 2) solco naso-orale;
- 3) angolo della bocca;
- 4) rima buccale;
- 5) solco mento-labiale;
- 6) labbro superiore;
- 7) prolabio superiore;
- 8) prolabio inferiore;
- 9) labbro inferiore.



# Aspetto delle sopracciglia



# Esempi di triangolazioni



# Metodologia d'indagine

