



Animazione Facciale

N. Alberto Borghese

N.B.: Il diritto di scaricare questo file è riservato solamente agli studenti regolarmente iscritti al corso di Animazione Digitale.



Sommario

Introduzione.

Animazione attraverso morphing.

Performance driven.

Animazione parametrizzata.

Il FACS e l'animazione fisica.



Animazione facciale



Comunicazione bimodale.

- Struttura comune (faccia + testa) , arrangiamento dei muscoli.
- Variabilità morfologica.
- Variabilità nell'attivazione muscolare e nella deformazione superficiale.



Ambiti di animazione facciale



3 ambiti di animazione:

Cartoni animati compito principale è trasmettere una certa espressività

Espressività realistica il movimento deve aderire alle regole di produzione del movimento facciale nell'uomo (quali?).

Telecomunicazioni ed interfaccia uomo-macchina, requisiti di complessità computazionale sono impellenti.

Lip-synch non riguarda il solo movimento delle labbra ma di tutto l'apparato fonatorio visibile (mandibola + labbra + bocca + deformazione dei muscoli della lingua).



Cartoni animati



Modelli semplici.
Texture animata.

Modelli stilizzati



Laboratory of Motion Analysis & Virtual Reality, MAVR



Sommario



Introduzione.

Animazione attraverso morphing.

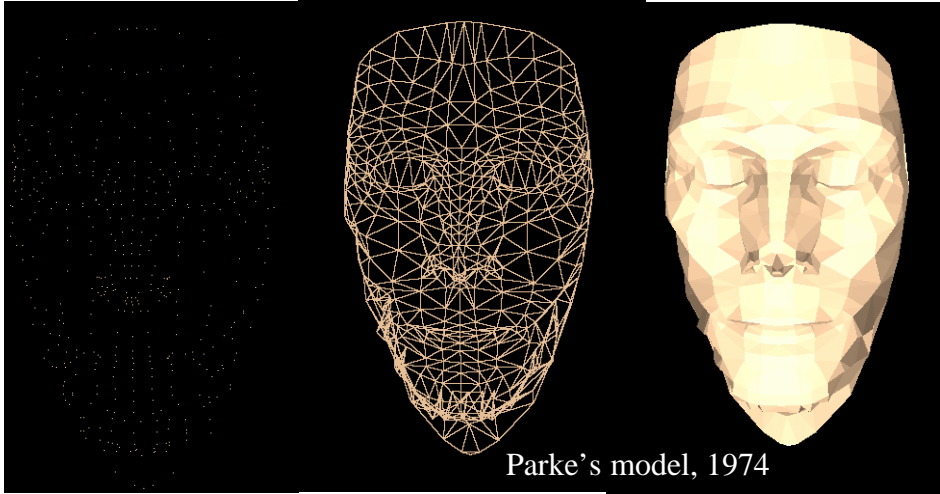
Performance driven.

Animazione parametrizzata.

Il FACS e l'animazione fisica.



1. Interpolazione (key-poses)



Parke's model, 1974

Modello universale morfabile costituito da 478 punti e 920 lati (il modello originale era definito per metà volto).



Interpolazione avanzata



Regioni **multiple** indipendenti. E.g. parte superiore (emozioni) e parte inferiore (parlato).

Interpolazione **non-lineare**. E.g.

$$\text{value} = a * (\text{value}_2) + (1-a)*\text{value}_1$$

diventa

$$\text{value} = \cos'(a) * \text{value}_2 + (1-\cos'(a)) * \text{value}_1$$

Limite: gran numero di espressioni facciali che devono essere acquisite con accuratezza.



Sommario



- Introduzione.
- Animazione attraverso morphing.
- Performance driven.**
- Animazione parametrizzata.
- Il FACS e l'animazione fisica.



2. Performance-driven



Animazione basata sulla misura in tempo reale del movimento di un attore (motion capture, ma anche data-glove).

Tipi di performance-driven:

- Expression mapping
- Model-based persona transmission





Expression mapping



- Immagini di 20 espressioni.
 - Identificazione delle corrispondenze tra immagine e personaggio in posizione neutrale.
 - Calcolo del campo di deformazione per la persona.
 - Applicazione del campo di deformazione al personaggio (possibilità di esagerazione dell'espressione).
- Tony de Peltrie, 1985.

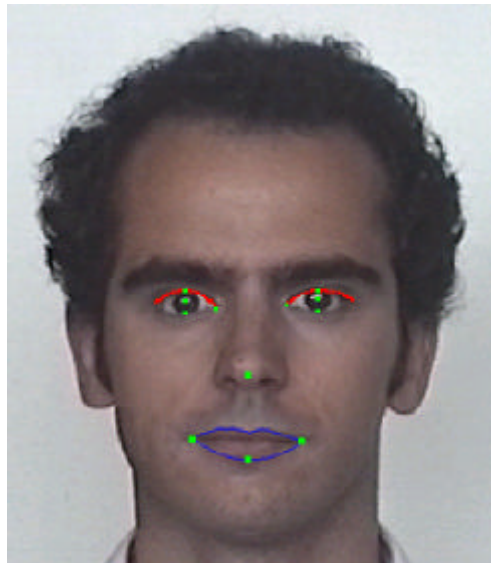


Model-based Persona Transmission



Identificazione in tempo reale di opportune feature sulle immagini.

Queste feature possono essere punti e/o linee.

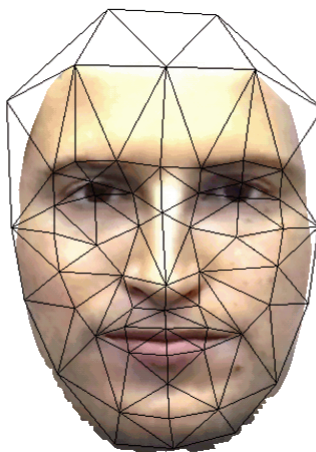




Maria Callas: Virtual Tosca



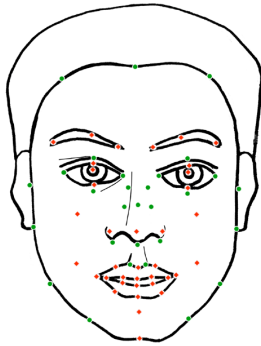
Two-layers technique



- Deformation of a topological mesh induced by a control mesh.
- The control mesh connects the marker points.



Markers disposition



Position of the feature points according to MPEG-4 standard:

- ◆ principali
- secondari



Problems with:
Eyes and tongue.
Nose basis (visibility).



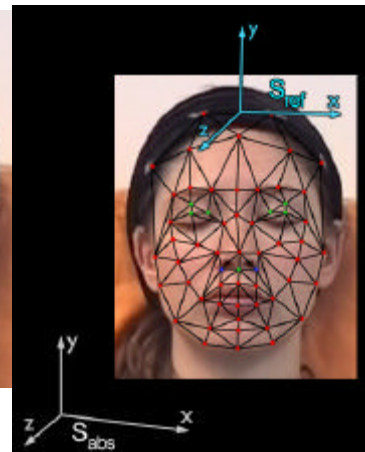
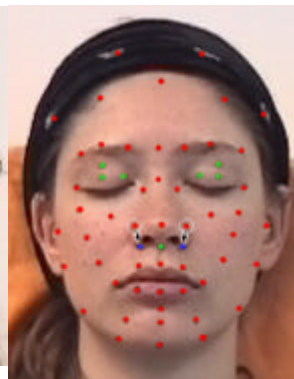
Construction of the Control Mesh



47 markers on the skin:

- *Problems with:*

Eyes and tongue.
Nose basis (visibility).



4 markers on an elastic band:

To identify a local Reference Frame (LRF).

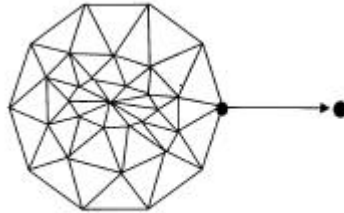
- 51 Markers acquired (cf. MPEG-4 specifications).
- 7 virtual markers defined through the LRF (green).
- 2 Virtual markers defined through Real Markers (blue).
- 56 control points for the mesh + 4 for LRF.



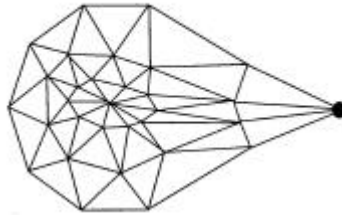
Come propagare lo spostamento dei vertici



Free-form deformation +
parametric deformation.



Displacement of one vertex

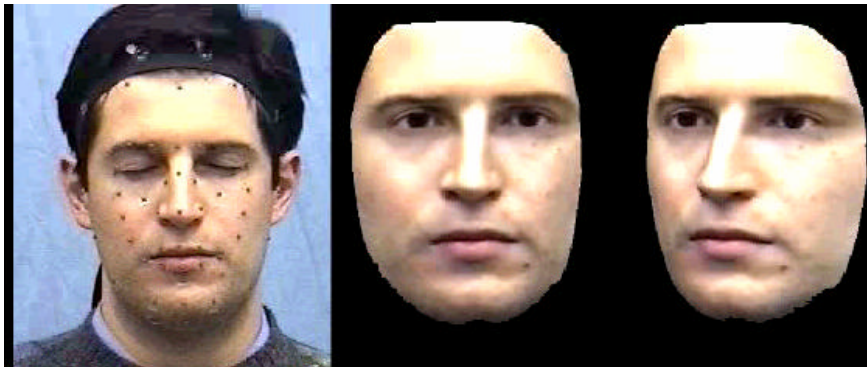


Metriche:

- Distanza Euclidea.
- Distanza sulla superficie.
- Numero di vertici.

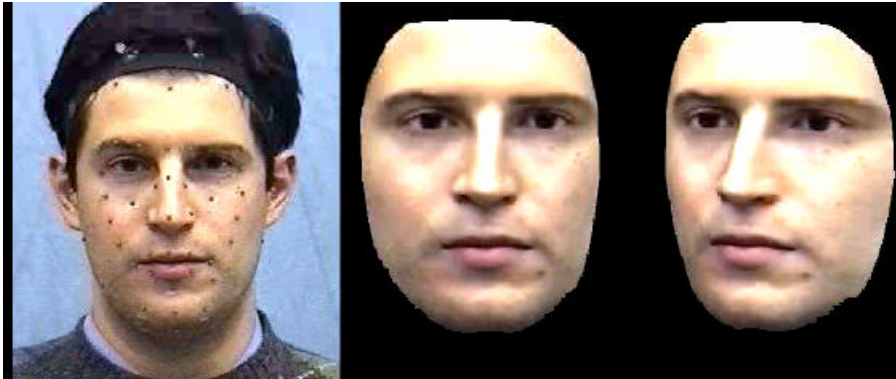


Disgusto

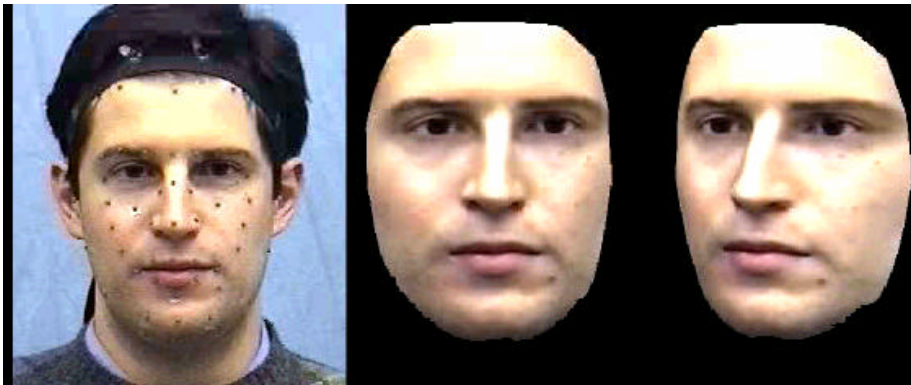




Paura

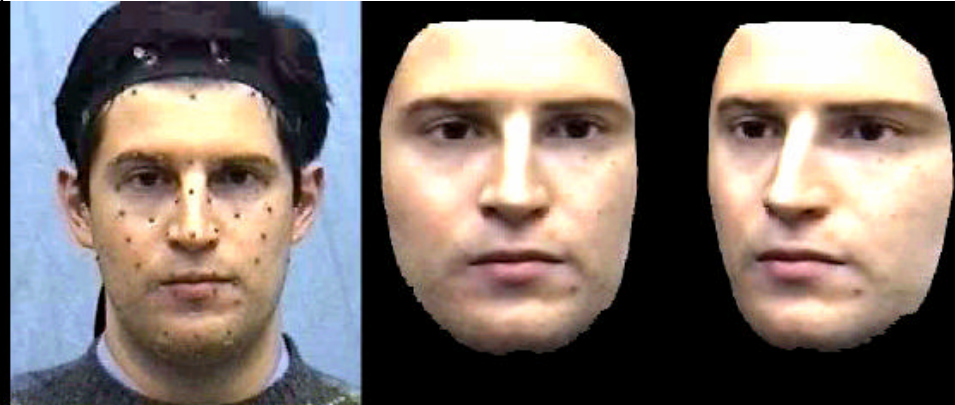


Rabbia

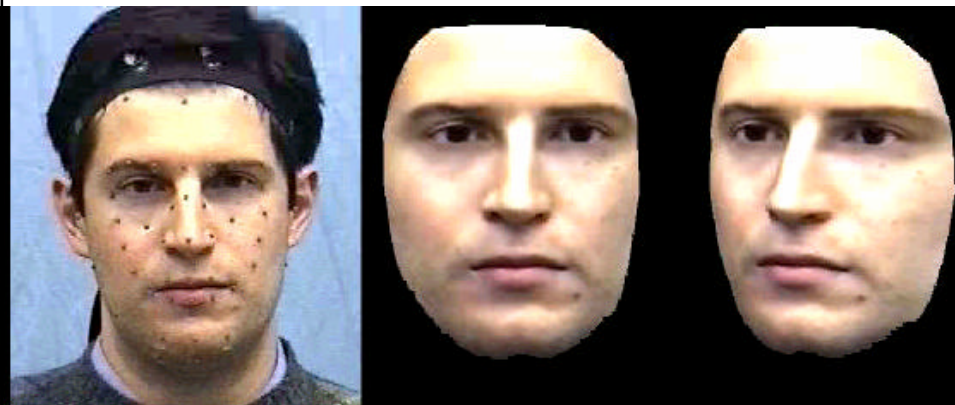




Sorpresa

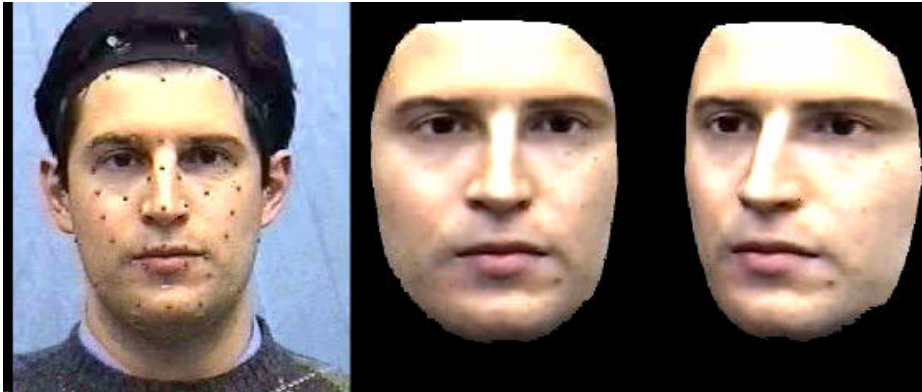


Tristezza





Felicità

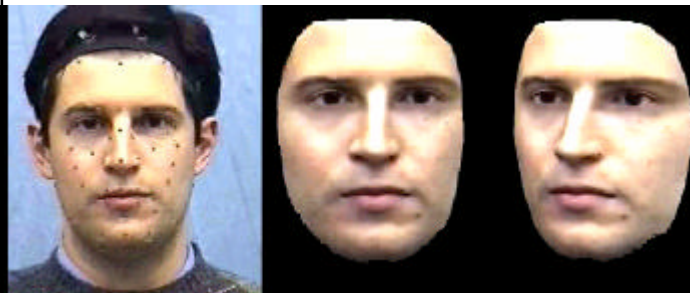


Topologia poligonale: i problemi



Modello adattato all'animazione.

Rughe di espressione possono essere aggiunte come discontinuità delle normali ai vertici. Non possono essere rese dal campo di deformazioni che è lineare.





Sommario



- Introduzione.
- Animazione attraverso morphing.
- Performance driven.
- Animazione parametrizzata.
- Il FACS e l'animazione fisica.

.



3. Parametrizzazione diretta



Modello universale + pochi parametri per adattare il modello o ottenere una “key pose”.

Rappresentazione cinematica della complessità fisica dei volti.





Modellizzazione parametrica



Fondamenta della parametrizzazione;

Scelta dei parametri;

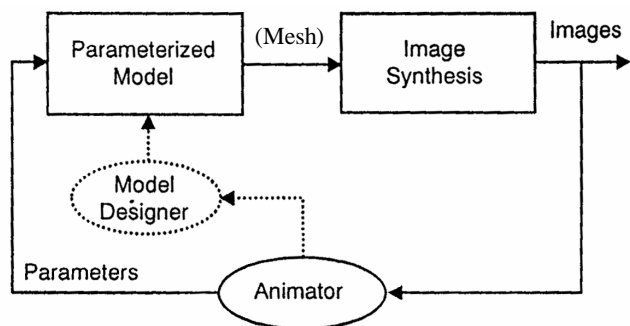
Deformazione del modello (agendo sui parametri) a partire da immagini o video.



Fondamenta della parametrizzazione



- Classe di oggetti.
- Ciasun membro (oggetto) è definito mediante attributi.
- Se questi attributi possono essere quantificati vengono chiamati **parametri**.
- Se c'è corrispondenza biunivoca tra insiemi di attributi ed oggetti della classe, la parametrizzazione si dice **completa**.



Le immagini possono essere semplici (stilizzate) o complesse (textured).



Parametrizzazione del volto



- 1) *Definizione dei parametri*
- 2) *Associazione dei parametri al modello.*

- 1) Parametri di conformazione del volto (modellazione).
- 2) Parametri di espressione (animazione).

Qualità desiderate:

- Ampiezza di espressioni.
- Semplicità e naturalezza.
- Dimensionalità del set dei parametri.
- Ortogonalità.
- Possibilità di essere gestito da un livello più alto di controllo.



Una possibile implementazione (modello di Parke)

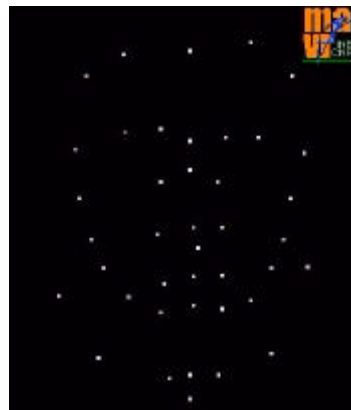


Modello costituito da una mesh 3D, ispirato all'anatomia.
Obiettivo: replicare l'aspetto del volto nelle espressioni con pochi parametri.

Modifica della mesh indotta dalle
modifiche delle feature (parametri di
controllo).

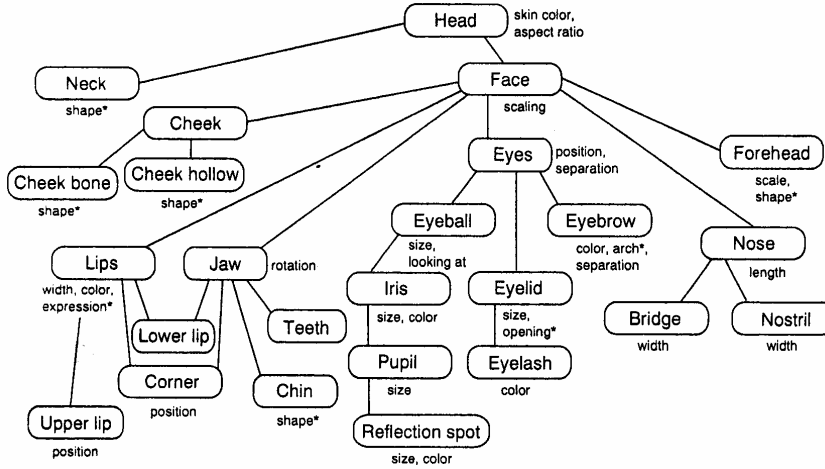
**Motion Capture -> parametri ->
animazione**

Applicazione del rendering alla mesh
modificata (in tempo reale).





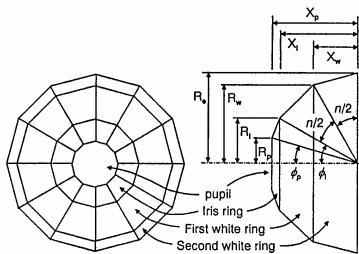
Volto universale come base per le espressioni



Parametri agiscono su **gruppi di vertici** (quasi-località) mediante operazioni elementari:
Interpolazione di forma; costruzione procedurale; rotazione; scala ed offset.

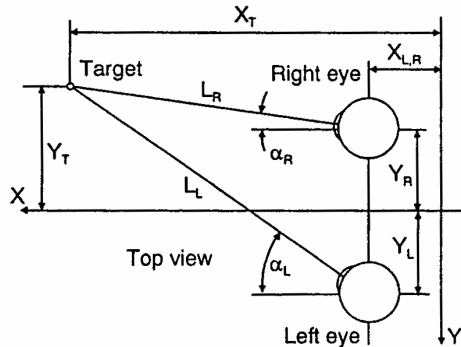


Gli occhi



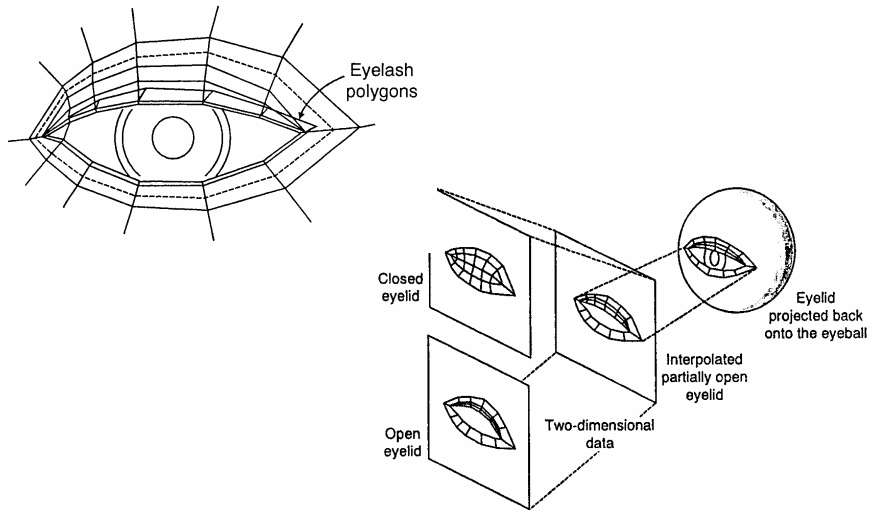
Animazione coordinata dal meccanismo della vergenza.

Semi-sfere concentriche con diverso colore e proprietà di riflettanza.





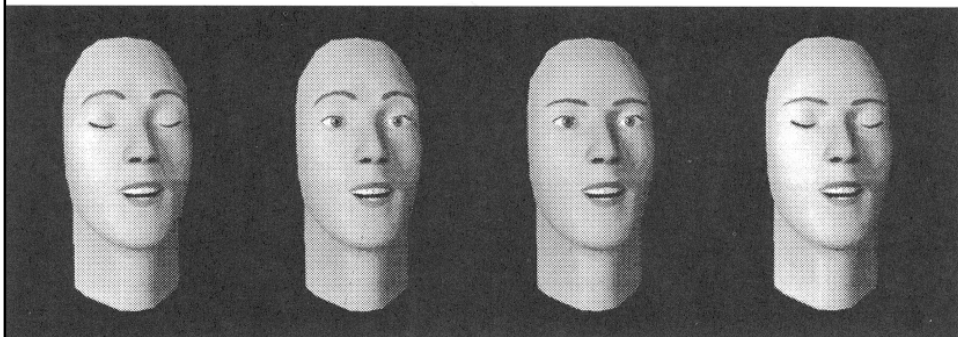
Le palpebre



Laboratory of Motion Analysis & Virtual Reality, MAVR



Le sopracciglia



Laboratory of Motion Analysis & Virtual Reality, MAVR

34/50

<http://homes.dsi.unimi.it/~borghese/>



La bocca e la mandibola



Apertura:

rotazione attorno all'asse per i condili.
tapering nella regione del labbro inferiore.

Movimento verticale labbro superiore che decade lateralmente.

Thickness delle labbra.



Sommario



Introduzione.

Animazione attraverso morphing.

Performance driven.

Animazione parametrizzata.

Il FACS e l'animazione fisica.

.



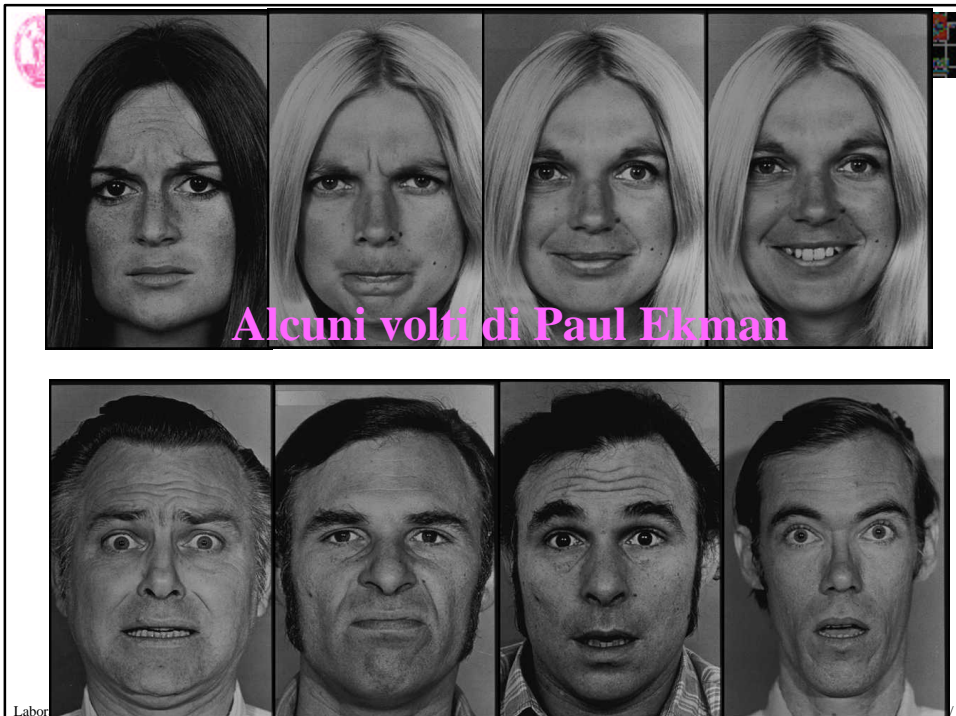
Struttura espressiva del volto

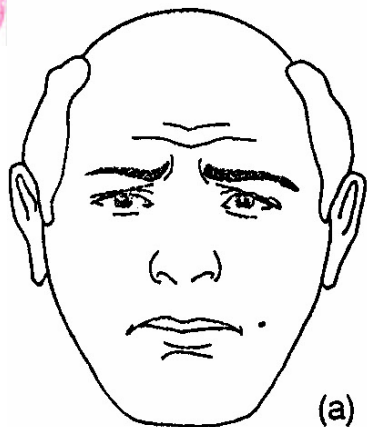


- Espressioni principalmente marcate in occhi, sopracciglia e bocca.



- Espressioni somatiche: dolore, sonnolenza, fame, attenzione, shock...



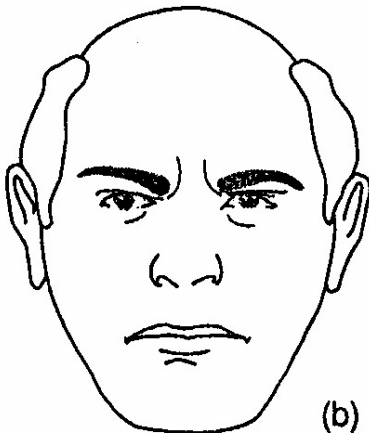


(a)



Tristezza (Sadness)

- Porzione interna delle sopracciglia piegata all'insù.
- Pelle e tessuto molle sotto le sopracciglia arrotolato sopra le palpebre.
- Gli occhi si chiudono un po' per la pressione del tessuto sopra le sopracciglia.
- **Rughe di espressione:** centro della fronte, tracce verticali tra gli occhi, rughe oblique sopra le palpebre superiori e una piega simile al sorriso sotto il labbro inferiore.




(b)



Rabbia (Anger)

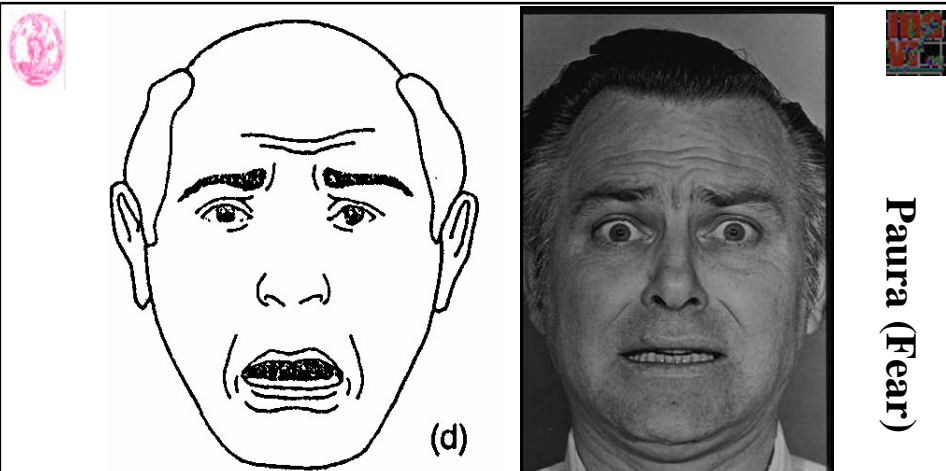
- Angoli interni delle sopracciglia sono tirati verso il basso e avvicinati.
- Gli occhi sono ben aperti, ma la pressione da parte della fronte impedisce alla pupilla di essere completamente scoperta.
- La bocca è chiusa con il labbro superiore leggermente squadrato.
- **Rughe di espressione:** Sopra la palpebra superiore e verticali tra le sopracciglia.



Gioia (Joy)

- Sopracciglia rilassate e palpebre superiori abbassate leggermente.
- Palpebre inferiori stirate in quanto sospinte verso l'alto dalla parte superiore della guancia.
- Bocca allargata con gli angoli tirati indietro verso le orecchie.
- Se la bocca è chiusa, le labbra vengono premute leggermente indietro.
- Se la bocca è aperta, il labbro superiore è diritto, ed i denti superiori vengono mostrati.
- Rughe di espressione:** centro della fronte, tracce verticali tra occhi, rughe oblique sopra le palpebre superiori; piega sotto il labbro inferiore.

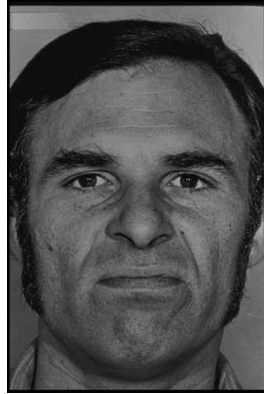
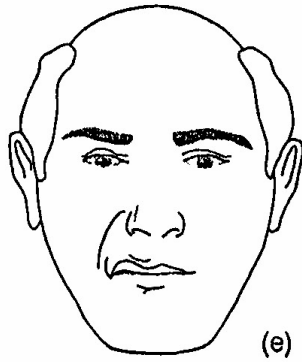
Laboratory of Motion Analysis & Virtual Reality, MAVR 41/50 <http://homes.dsi.unimi.it/~borghese/>



Paura (Fear)

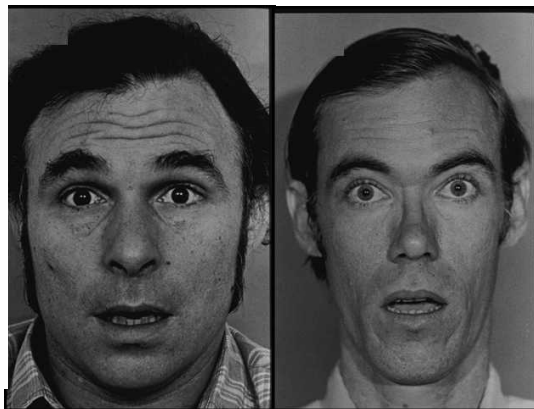
- Sopracciglia sollevate e tirate una verso l'altra. La parte interna delle sopracciglia è curvata verso l'alto. Gli occhi sono aperti. La bocca può rimanere leggermente aperta e stirata di lato.
- Rughe di espressione:** centro della fronte, tracce verticali tra gli occhi, rughe oblique sopra le palpebre superiori e una piega simile al sorriso sotto il labbro inferiore.

Laboratory of Motion Analysis & Virtual Reality, MAVR 42/50 <http://homes.dsi.unimi.it/~borghese/>



Disgusto (Disgust)

- Sopracciglia rilassate. Palpebre rilassate o leggermente chiuse.
- Labbro superiore alzato a formare una protuberanza, spesso asimmetrica, attraverso cui si mostrano i denti.
- Labbro inferiore rilassato o leggermente spinto verso l'alto.
- Profonda piega naso-labiale di fianco al naso.
- Rughe espressive tra i due lati della fronte, zampe di gallina e pieghe sulla palpebra inferiore, rughe piccole dall'angolo inferiore dell'occhio attraverso il naso, e una fossetta sul mento.



Sorpresa (Surprise)

- Sopracciglia sollevate il più in alto possibile.
- Palpebre superiori il più aperte possibili e palpebre inferiori rilassate.
- Bocca spalancata senza tensione muscolare, forma ovale.
- Rughe di espressione** orizzontali attraverso la fronte.



Facial Action Coding System



- Hjortsjo (1970) **The Mimic Language.**

- Paul Ekman (1978) **The Facial Action Coding System.**

Descrizione di tutte le unità di azione (*Action Units*).

Descrizione cinematografica.

“FACS ALLOWS THE DESCRIPTION OF ALL FACIAL BEHAVIOR WE HAVE OBSERVED, AND EVERY FACIAL ACTION WE HAVE ATTEMPTED” (P. Ekman).

FACS è stato sviluppato per categorizzare le espressioni facciali in psicologia; la computer grafica ha preso in prestito il FACS per l'animazione.



Come è stato sviluppato il FACS



- Determinare quali muscoli possono essere attivati **indipendentemente** e determinare come questi muscoli modificano l'apparenza della faccia.
- La corrispondenza tra muscoli e Action Units è molti a molti.
- Identificare le azioni elementari associate. Viene definita un'unica azione elementare quando più muscoli producono lo stesso movimento elementare.
- Le Action Units sono in totale 46. *Vengono attivate in misura diversa in ogni espressione → Vengono sommate per produrre le espressioni facciali.*
- Problemi nella descrizione esatta del movimento della mandibola e della labbra.

Movimento -> Action Units -> Muscoli -> Movimento.

AU	FACS Name	Muscular Basis
1	Inner Brow Raiser	Frontalis, Pars Medialis
2	Outer Brow Raiser	Frontalis, Pars Lateralis
4	Brow Raiser	Depressor Clabellae, Depressor Supercilli, Corrugator
5	Upper-Lid Raiser	Lavator Palpebrae Superioris
6	Cheek Raiser	Orbicularis Oculi, Pars Orbitalis
7	Lid Tightener	Orbicularis Oculi, Pars Palpebralis
8	Lips Together	Orbicularis Oris
9	Nose Wrinkler	Levator Labii Superioris, Alaeque Nasi
10	Upper-Lip Raiser	Levator Labii Superioris, Caput Infraorbitalis
11	Nasolabial Furrow Deepener	Zygomatic Minor
12	Lip Corner Puller	Zygomatic Major
13	Cheek Puffer	Caninus
14	Dimpler	Buccinator
15	Lip Corner Depressor	Triangularis
16	Lower-Lip Depressor	Depressor Labii
17	Chin Raiser	Mentalis
18	Lip Puckerer	Incisivii Labii Superioris, Incisivii Labii Inferioris
20	Lip Stretcher	Risorius
22	Lip Funneler	Orbicularis Oris
23	Lip Tightener	Orbicularis Oris
24	Lip Pressor	Orbicularis Oris
25	Parting of Lips	Depressor Labii, or relaxation of Mentalis or Orbicularis Oris
26	Jaw Drop	Masseter; relaxed Temporal and Internal Pterygoid
27	Mouth Stretch	Pterygoids; Digastric
28	Lip Suck	Orbicularis Oris
38	Nostril Dilator	Nasalis, Pars Alaris
39	Nostril Compressor	Nasalis, Pars Transversa and Depressor Septi Nasi
41	Lid Droop	Relaxation of Levator Palpebrae Superioris
42	Eyelid Slit	Orbicularis Oculi
43	Eyes Closed	Relaxation of Levator Palpebrae Superioris
44	Squint	Orbicularis Oculi, Pars Palpebralis
45	Blink	Relax Levator Palpebrae and then contract Orbicularis Oculi, Pars Palpebralis
46	Wink	Orbicularis Oculi

AU	FACS Name
19	Tongue Out
21	Neck Tightener
29	Jaw Thrust
30	Jaw Sideways
31	Jaw Clencher
32	Lip Bite
33	Cheek Blow
34	Cheek Puff
35	Cheek Suck
36	Tongue Bulge
37	Lip Wipe

Le action Units (AU)

Animazione con pseudo-muscoli (Magenat-Thalmann et al., 1988)

Basata su AU più complesse di quelle del FACS.

Esempio delle procedure dell'AMA (Abstract Muscle Action):

Chiusura del Labbro Superiore

Chisura del Labbro inferiore.

Azionamento Palpebra destra

Azionamento Palpebra sinistra.

Zigomatico destro

Zigomatico sinistro.

Azionamento Sopracciglio destro

Azionamento Sopracciglio sinistro.

Sollevatore labbro sinistro

Sollevatore Labbro destro.

Movimento orizzontale Occhio dx

Movimento orizzontale Occhio sx

Movimento verticale Occhio dx

Movimento verticale Occhio sx

Movimento verticale Mandibola

Compressione Labbra

Spazio di controllo semplificato. I movimenti sono non-commutativi.



Animazione dinamica mediante muscoli



Modellazione fisica (dinamica).

Ipotesi semplificative e trattamento mediante FEA o nodi
(computazionalmente costosa nel caso non lineare).

Elementi altamente non-lineari:

- Isteresi.
- Rilassamento da stress.
- Aumento dello stiramento col tempo.
- Precondizionamento.

E poi?



Sommario



Introduzione.

Animazione attraverso morphing.

Performance driven.

Animazione parametrizzata.

Il FACS e l'animazione fisica.

.