

Comprensione del riconoscimento dell'identità del volto e espressione facciale.

Abstract: I volti convogliano una grande quantità di segnali sociali. Una visione dominante nella ricerca della percezione dei volti è stata che il riconoscimento dell'identità del volto e espressione facciale comporta vie visuali separate ai livelli funzionale e neuronale, e i dati degli studi sperimentali, neurofisiologici, funzionamento dell'immagine e registrazione cellulare sono comunemente interpretati all'interno di questo quadro. Comunque le prove esistenti supportano questo modello con minor forza di quanto normalmente si suppone. Insieme a questo modello delle due vie altri possibili modelli di riconoscimento dell'identità del volto e espressione facciale, compreso uno che è emerso dalle principali tecniche di analisi dei componenti dovrebbe essere considerato.

Circa 20 anni fa, Bruce e Young hanno presentato un modello di riconoscimento facciale che ha posizionato separatamente le due vie di riconoscimento, una dell'identità del volto, l'altra dell'espressione facciale. Questo lavoro è rimasto la relazione dominante sulla percezione del volto; pochi lavori lo hanno sfidato e hanno fornito un'alternativa ampiamente accettata. Qui noi prendiamo in esame la prova pertinente (di questo lavoro) e mostriamo perché una differente spiegazione, da quella offerta da Bruce e Young, dovrebbe essere presa in considerazione. Come relazione funzionale, il modello di B&Y non ha incorporato una topografia neuronale dei suoi componenti separati.

Comunque la recente relazione neurologica della percezione del volto proposta da Haxby e colleghi, è compatibile con la concezione generale offerta da B&Y. Il cuore del modello di Haxby contiene due vie funzionalmente e neurologicamente distinte per l'analisi visiva dei volti: una codifica le proprietà modificabili del volto e coinvolge il giro occipitale inferiore e il solco superiore temporale, mentre l'altro codifica le proprietà fisse del volto, come l'identità, e coinvolge il giro occipitale inferiore e il giro laterale fusiforme.

Il modello proposto da Haxby e B&Y, condividono l'idea di distinte vie per l'analisi dell'identità facciale e per l'espressione, ma differiscono nell'affermare se la percentuale di codificazione dell'espressione è prodotta da un sistema dedicato interamente alla codifica dell'espressione, o a un sistema che codifica l'espressione assieme ad altre caratteristiche mutevoli del volto.

Al centro di entrambi i modelli sta l'idea che l'identità del volto e l'espressione sono riconosciuti da sistemi neurologicamente indipendenti.

Questa idea è supportata da molti studi psicologici. Per esempio la familiarità di un volto non intacca la capacità di un soggetto sano di identificare la sua espressione e vice versa.

Lesioni del cervello negli umani possono produrre errori selettivi nel riconoscimento dell'identità del volto e dell'espressione, nei primati, differenti popolazioni di cellule rispondono all'identità del volto e espressione, e studi sulla formazione funzionale dell'immagine mostrano che la percezione dell'IDV e ESF hanno diversi termini di correlazione.

Quindi l'idea centrale di qualche forma di dissociazione tra queste due informazioni sul volto non è in discussione. Piuttosto ci chiediamo come questa differenza deve essere interpretata, in particolare se l'idea che esistano due vie distinte e parallele che processano le informazioni riguardanti il volto è adeguata alle ultime ricerche.

Vi sono infatti lavori recenti che spiegano diversamente i dati riportati dalla teoria classica delle due vie. Questo riesame è strutturato su quattro punti. Il primo riguarda a quale livello di analisi la via del IDV e del ESF si biforcano, le altre tre riguardano specificatamente l'ESF: le espressioni sono processate da un unico sistema? i meccanismi per l'ESF hanno incorporato un livello multimodale di analisi? il sistema di ESF ha a che fare con nient'altro?

Dove si separano le due vie?

Sebbene ogni volto sia un singolo oggetto, esso convoglia molte caratteristiche socialmente importanti (come identità, età, sesso, espressione, linguaggio labiale, e sguardo), almeno alcuni dei quali mostrano considerevoli funzioni indipendenti. Il processamento del volto quindi richiede un lavoro concettualmente diverso dal riconoscimento di un oggetto, e ogni plausibile modello richiede un sistema di pre-processamento che può sia estrarre che separare le differenti componenti facciali. Sia B&Y che Halby propongono che la separazione funzionale e neuronale del IDV e ESF avvenga immediatamente dopo la componente di pre-processazione, che è coinvolta nell'analisi iniziale strutturale e visuale del volto, con ogni via incorporante distinte rappresentazioni visuoperceptive delle rilevanti caratteristiche facciali.

Così, quale prova c'è che l' IDV e l' ESF sono codificate in sistemi visuali rappresentazionali visuali distinti? Nella neuropsicologia cognitiva, il sostegno per questo lavoro richiede l'identificazione di pazienti con problemi IDV e ESF separati.

Casi di prosopagnosia senza problemi di ESF sosterebbero l'indipendenza del processamento del IDV: comunque pochi casi di prosopagnosia presentano una ben preservata ESF.

Infatti l'idea che malati di prosopagnosia possano riconoscere ESF è usualmente sostenuta solo da un aneddoto (pregiudizio). Nel corso di test, la maggior parte di tali pazienti mostra problemi di riconoscimento ESF. Queste difficoltà sono usualmente meno gravi che i problemi con il riconoscimento IDV. Sebbene questo potrebbe riflettere le molte differenze procedurali tra i test standard di IDV e ESF. Invece molte delle prove per disturbi di IDV con intatta ESF vengono da studi nei quali la causa di disturbi di IDV non è stata stabilita. Questi dati possono produrre prove di una dissociazione tra il riconoscimento IDV e ESF, ma non provano che questa dissociazione abbia un'origine visuoperceptiva.

Così, una questione cruciale che è spesso sottostimata, è che disturbi nel RIDV ma non nel RESF, possano intervenire in condizioni neuropsicologiche diverse dal danno selettivo nella rappresentazione percettiva dei volti, e queste cause di dissociazione non sostengono necessariamente codificazioni separate visuoperceptive per IDV e ESF.

Le cause alternative includono le seguenti: disturbi nell'imparare a riconoscere volti che si sono incontrati dopo, ma non prima, il danno neurologico; disturbi nell'accesso a conoscenza di volti già noti, che coinvolge non solo RIDV ma anche nomi, voci e così via; e altri disturbi cognitivi, incluso amnesia o deficit di natura semantica.

L'osservazione che disturbi nel riconoscimento di volti non familiari può avvenire in assenza di problemi nel riconoscimento di volti familiari e vice versa aggiunge ulteriori complicazioni.

Quindi problemi nel R di volti non familiari con preservata RESF non può essere considerato equivalente a problemi nel R di volti familiari con preservata RESF.

Se ci limitiamo a studi che hanno usato procedure di test documentate e hanno escluso molte di queste spiegazioni alternative, è degno di nota che solo due lavori offrono prova di prosopagnosia con preservata ESF, e ci sono alcuni problemi persino con questi.

Per esempio Tranel e colleghi descrivono un prosopagnostico che ha ottenuto un punteggio di 17 su 24 al quale fu chiesto di categorizzare un'espressione facciale tra le varie opzioni (6).

Comunque gli autori assegnano due etichette (risposte) come corrette per 5 delle 24 prove, perché i controllori erano divisi nei loro responsi.

Dato che i partecipanti mostravano disturbi nel RESF potrebbero selezionare la risposta più vicina (per esempio confondendo disgusto con rabbia), questo inusuale metodo di punteggio potrebbe aver sovrastimato l'abilità del soggetto nel RESF. Questo studio include due ulteriori casi con disturbi di RIDV e intatta RESF, ma entrambi non erano prosopagnostici.

Un secondo caso frequentemente citato è il caso di Mr. W. La maggior parte dei test di RESF in questo studio usava un formato di "scelta a due alternative". I partecipanti sani tendono ad avere poca difficoltà con questo tipo di formato e un punteggio quasi pieno rende i risultati difficili da interpretare. La forma più richiesta di obiettivo nel RESF con Mr. W consisteva nel trovare quattro ulteriori esempi di espressione facciale tra 16 volti, ognuno dei quali mostrava quattro espressioni

diverse. I dati del gruppo di controllo in questo studio provenivano da individui con danni all'emisfero sinistro o destro. La performance di Mr. W stava entro questi due gruppi, ma non sono riportate comparazioni statistiche.

Alla luce del lavoro che mostra che sia un danno all'emisfero sinistro o destro può causare danni a RESF, l'assenza di un gruppo di controllo di persone sane rende difficile concludere che l' RESF di W era pienamente preservata.

Sebbene uno o entrambi di questi pazienti con prosopagnosia potrebbe aver conservato RESF, questo non è dimostrato in conclusione.

I dati potrebbero riflettere un trend in dissociazione nei quali sia IDV e ESF sono disturbati in maniera minore o maggiore. La più diretta interpretazione di questo modello porta il disturbo di un sistema che codifica sia IDV che ESF, con il deficit del IDV esacerbato in quanto rappresenta un compito più difficile.

Così se accettiamo che IDV e ESF sono codificate da sistemi distinti visuoperceptivi rappresentazionali, sarà necessario identificare e verificare ulteriori casi di preservata RESF in prosopagnosia. Un esempio del rigore sperimentale richiesto può essere trovato in una recente ricerca di sviluppo di prosopagnosia che mostra una marcata discrepanza tra il suo disturbo di RIDV e intatto RESF attraverso parecchi esperimenti.

Comunque ci sono ragioni perché ricerche di disturbi in sviluppo non dovrebbero essere interpretati come equivalenti agli studi su disturbi acquisiti. L'argomento principale è che i casi in sviluppo violano un fondamentale assunto della dissociazione logica –cioè, il cervello leso colpisce un sistema organizzato normalmente. Per questa ragione, prove da casi di disturbi acquisiti sono vitali. In conclusione, l'idea che il sistema di processamento del IDV si separi da ESF prima dello stadio che codifica rappresentazioni visuoperceptive di IDV e ESF è meno sostenuto da ricerche basate sui pazienti di quanto normalmente si creda. E' quindi importante considerare un quadro alternativo nel quale le rappresentazioni percettive di entrambi, IDV e ESF, sono codificate da un singolo sistema rappresentazionale.

Un quadro di lavoro PCA (principal component analysis) per la percezione del volto

Il comprendere come caratteristiche differenti possono essere estratte dall'immagine di un singolo volto è centrale nel raggiungimento di un lavoro concettuale ed accurato per tutti gli aspetti che riguardano la percezione del volto. I calcoli che stanno alla base di questo sistema hanno ricevuto in paragone poca attenzione. E' quindi di interesse che l'idea di base sia emersa da tecniche di analisi basate sull'immagine come PSA (Principal Component Analysis) e altre simili procedure statistiche. I sistemi basati su PSA possono estrarre e categorizzare in maniera affidabile caratteristiche facciali come identità sesso razza e espressione, e simulare molti fenomeni di percezione facciale come caricature ecc. Un più recente lavoro ha mostrato che un PSA di espressione facciale posto di fronte a diverse identità ha generato set distinti dei principali componenti codificano IDV e ESF e altri che codificano entrambi di queste caratteristiche facciali; espressione e sesso ma non identità e sesso hanno mostrato un grado simile di separazione. Inoltre la parziale indipendenza dai PCs era sufficiente per modellare la percezione indipendente di IDV e ESF. Inoltre la parziale sovrapposizione nei PCs per IDV e ESF offre una possibilità di risolvere incidenti inusuali nei quali IDV e ESF hanno prodotto effetti di interferenza.

Quindi la codificazione indipendente di IDV e ESF può essere raggiunta da un singolo sistema multidimensionale nel quale l'indipendenza è parziale piuttosto che assoluta. Inoltre perché PCA è un algoritmo senza supervisione con nessuna conoscenza precedente della struttura fisica di queste caratteristiche facciali, è la differenza stessa delle proprietà visuali di IDV e ESF che creano questa separata codifica. Quindi, la dissociazione tra IDV e ESF che si è vista nei partecipanti sani, potrebbe essere stata guidata almeno in parte, dalle differenti caratteristiche facciali che sono ottimali per trasmettere ciascun tipo di informazione. In questo senso, tecniche basate sull'immagine offrono un nuovo approccio alla comprensione della percezione di IDV e ESF,

perché mostrano che la dissociazione è presente nelle proprietà statistiche delle immagini facciali. Si noti che noi non dichiariamo che ci sia qualcosa di speciale nel PCA in sé. Ulteriori ricerche potrebbero mostrare che algoritmi simili lavorano ugualmente bene. Comunque, al momento, noi usiamo il termine “PCA framework” (lavoro che utilizza PCA) per riferirsi a questo approccio basato sull’immagine. Abbiamo introdotto il PCA framework a questo punto per fornire una concezione alternativa della concezione del volto che possa essere valorizzata assieme a quelle di B&Y e Haxby in relazione all’ulteriore ricerca che discutiamo. Così ci sono due livelli plausibili nei quali le due vie di IDV e ESF potrebbero dividersi: immediatamente dopo il livello di codifica del livello strutturale (B&Y, Haxby) o dopo un comune sistema rappresentazionale che codifica sia IDV che ESF (PCA framework).

Didascalia

Disordini neuropsicologici acquisiti = disturbi cognitivi che seguono un danno neurologico in individui precedentemente sani che non hanno disturbi genetici o di sviluppo.

Principal Component Analysis PCA = una tecnica statistica che è stata applicata all’analisi dei volti. Immagini facciali, che sono originariamente descritte in termini di grandi quantità di numeri di variabili (per esempio i valori della scala di grigio di pixel singoli) sono ricodificate in relazione a un più piccolo set di vettori base (componenti principali) identificando correlazioni tra set di pixel nell’intera immagine del volto

Neuropsicologia e immagine funzionale.

L’idea che IDV e ESF siano processate da differenti sistemi neuronali è sostenuta da dati ricavati da studi su pazienti, immagine funzionale, cell-recording (cellule che immagazzinano informazione) nelle scimmie. Comunque sebbene le tecniche di indagine funzionale e cell-recording permettono una più precisa localizzazione delle regione del cervello che sono sensibili a IDV e ESF, un importante fattore limitante è che essi identificano correlati neuronali nelle procedure sperimentali e i contributi funzionali sottostanti sono difficili da ottenere dalle correlazioni. Quindi le implicazioni di questi dati per argomenti che riguardano il punto di biforcazione di IDV e ESF non sono ulteriormente utili.

Relativamente pochi studi sull’immagine funzionale e cell-recording hanno investigato il processamento di IDV e ESF in un singolo esperimento e i loro risultati sono stati inconsistenti. Di interesse è la misura con cui questi studi concordano con la più ampia distinzione fatta da Haxby tra il coinvolgimento delle aree inferotemporali (comprendenti il fusiform face area, o FFA) nella codifica di IDV e quello di STS nel codificare le caratteristiche facciali mutevoli. Ricerche sull’immagine funzionale per il riconoscimento di IDV e ESF hanno consistentemente la regione occipito temporale come attivata da IDV. Comunque, i risultati sono stati meno consistenti rispetto le aree del cervello che sono coinvolti in ESF, e solo due studi hanno trovato che STS, è coinvolto. Una di queste ricerche ha usato una procedura di adattamento mentre la ripetizione di IDV e ESF è stata manipolata. Il FFA e STS posteriore erano più sensibili alla ripetizione di IDV, mentre una più anteriore sezione di STS era più sensibile alla ripetizione di ESF. Questo studio produce prove che IDV e ESF sono codificate separatamente; comunque, un’ulteriore ricerca mostra che espressioni facciali vocali stimolano un’area simile della corteccia superiore temporale, è possibile che questa regione non sia specifica ai segnali emotivi del volto di per sé. Il secondo studio ha mostrato l’attivazione di STS per ESF ma attività equivalente in FFA per IDV e ESF.

passaggio da vecchia versione a nuova versione (con il metodo del collage)

Sostenitori dei modelli basati della percezione del volto basati su PCA non sostengono che i dettagli di PCA sono impiegati effettivamente nel cervello umano piuttosto PCA è visto come resoconto statisticamente analogo e non come una spiegazione letterale.

I tempi di reazione per percepire l'espressione facciale in metà volto sono rallentati quando le due metà mostrano differenti espressioni (cioè, differente espressione/stessa identità e differente espressione/differente identità) rispetto a quando erano usate le stesse espressioni (stesse espressioni/differente identità); comunque nessun ulteriore costo è stato trovato quando le due metà contenevano differenti espressioni e differenti identità a confronto con quando contenevano differenti espressioni e stesse identità.

Didascalia. Population coding

L'idea che gli oggetti come i volti, sono codificati in modelli di attività distribuita nelle popolazioni neuronali, cosicché le cellule mostrano largamente risposte di attivazione graduale a singoli stimoli, opposto al modello del tipo "tutto o nulla"

Didascalia. Grandmother cell.

Un'ipotetica cellula che risponde specificatamente ad un volto particolare. Sebbene nessuna cellula altamente specializzata di questo tipo è stata trovata fino ad ora, la corteccia temporale contiene cellule che rispondono in maniera preferenziale a volti o a mani, e alcune sono particolarmente sensibili a volti di persone particolari. Il funzionamento di queste cellule è a volte riferito alla teoria del "neurone della nonna".

Una differente prospettiva viene da Young e Yamane che mostrò che il tipo di risposta delle cellule sensibili ai volti nella corteccia infero temporale anteriore può essere predetta dalle proprietà strutturali fisiche dei volti.

Comunque in relazione al fatto se le rappresentazioni visuo-percettive di IDV e ESF sono codificati da analoghi differenti sistemi, questa logica è valida solo se le due dissociazioni riguardano meccanismi funzionalmente comparabili, e che portino a specifiche dissociazioni nei deficit della percezione del volto - uno riguardante IDV e un altro riguardante ESF. Ci sono buone ragioni comunque per credere che questo potrebbe non essere così, e che i disturbi selettivi di IDV e ESF non siano semplici immagini specchio l'una dell'altra.

Didascalia. Heider, Rimmel Like animation

Corte animazioni che raffigurano il movimento di figure geometriche in una maniera tale che normalmente è percepita come rievocante interazioni sociali tipiche degli uomini. Per esempio una forma potrebbe essere percepita come aggressiva o intimidante l'altra.

Questi disturbi specifici delle emozioni sono spesso non solo ristretti al riconoscimento delle emozioni veicolate dai soli volti; Le espressioni vocali sono generalmente riguardanti 25, 26, 63-65, 67, 74. Dove sono state osservate eccezioni a questo modello, la dissociazione volto-voce era espressa come un deficit sproporzionato nel riconoscere lo stimolo "paura", dai segnali 75, 76 facciali, ma non vocali e tutti eccetto uno dei casi 75 mostrarono disturbi nel riconoscimento della voce per emozioni diversa dalla paura. Inoltre integre prestazioni riguardanti compiti che riguardino l'espressione delle emozioni, potrebbero riflettere un ruolo di sostegno dei sistemi riguardanti il linguaggio integri.

Questo sproporzionato ruolo di certe regioni del cervello nel riconoscere particolari espressioni facciali, mostra che tutte le emozioni non sono processate da un unico sistema.

E' coinvolta un analisi multimodale?

Il nostro problema finale è se le rappresentazioni percettive di ESF sono codificate separatamente da altre caratteristiche mutevoli del volto (come lo sguardo e il linguaggio labiale), o se tutte le caratteristiche mutevoli del volto sono codificate da un singolo sistema rappresentazionale, con vie separate solo emergendo nel sistema2 esteso

In conclusione, sebbene ci sia qualche prova riguardo a dissociazioni neuropsicologiche tra il riconoscimento delle caratteristiche mutevoli, queste dissociazioni non sembrano essere specifiche del volto. Al momento non sembra esserci prova evidente dalla neuropsicologia che sistemi rappresentazionali distinti sono usati per differenti caratteristiche mutevoli del volto. Detto questo, la scarsità di studi degni di significato rende difficile tracciare conclusioni certe al momento.

Iniziamo con l'affermare che la visione prevalente nella ricerca riguardante la percezione del volto è che IDV e ESF sono processate da vie funzionali separate.
