

F. Pedrazzi (1)

L'evoluzione della computer-graphics

Nuove frontiere per l'interazione uomo-computer

Principi costitutivi della grafica

Introduzione

È sufficiente guardarsi intorno per rendersi conto del grado di diffusione raggiunto dalle immagini. Cartelloni pubblicitari, libri illustrati, manifesti, televisione, cinema; tutte queste realtà hanno in comune l'utilizzo dell'immagine come tecnica di comunicazione dell'informazione. Questo fenomeno non rimane però confinato agli strumenti tipici della comunicazione di massa; è molto più pervasivo. Si pensi alle molte tecniche diagnostiche non invasive usate dalla medicina (ecografia, radiografia...), alle immagini inviate dai satelliti per analizzare il terreno o fare previsioni meteorologiche, all'utilizzo di tecniche di grafica computerizzata per aiutare il restauro di opere d'arte. Dice bene Gombrich ([GOMB73]) quando afferma che «La nostra è una epoca visiva».

È in atto un profondo mutamento nelle tecniche di comunicazione, che ha come effetto macroscopico l'utilizzo sempre più frequente di «soluzioni visive».

In questo scenario la *Computer Graphics* (Grafica computerizzata per i non anglofili) assume un ruolo di primo piano. Essa raccoglie infatti tutte le tecniche che hanno come soggetto il rapporto fra il computer e l'immagine. Con ciò non si intende solamente la cosiddetta «manipolazione di immagini» con l'ausilio del calcolatore, ma soprattutto la possibilità di utilizzare le immagini per dialogare con i computers e quindi con la tecnologia. Questa caratteristica diventerà sempre più importante, visto che è sempre più frequente la produzione di oggetti di uso comune controllati (e quindi comandabili) da un computer (si pensi alle lavatrici programmabili, al controllo del consumo sulla macchina, alla questione del riscaldamento).

Perciò la grafica permette di semplificare radicalmente l'utilizzo di strumenti tecnologici. Questo discorso vale anche nel caso industriale, dove la tendenza a sostituire operai con robots ha fatto prosperare i cosiddetti calcolatori per il controllo di processo, in cui l'utilizzo della grafica per rappresentare le fasi del processo da monitorare ha drasticamente semplificato il loro utilizzo.

D'altra parte, proprio per i suoi multiformi aspetti, la grafica non è una disciplina semplice e pur essendo relativamente giovane, vanta contributi provenienti da discipline molto più antiche e consolidate, come ottica, fisiologia, semiologia, psicologia. Per questo motivo viene pubblicata su questa rivista una serie di articoli con lo scopo di affrontare i suoi diversi aspetti.

Si parlerà quindi di hardware e software, di strumenti matematici utilizzati, dei rapporti fra grafica ed informatica e si concluderà questa breve rassegna con le nuove tendenze del settore. Tra queste si analizzerà in particolare il rapporto che si sta instaurando tra Computer Graphics ed Office Automation, la cui importanza strategica è sempre più avvertita dalle case fornitrici di hardware e software.

La comprensione di un fenomeno non è però mai completa se non nella sua dinamica storica. È quindi opportuno analizzare l'evoluzione delle due principali teorie che hanno concorso nel porre i fondamenti per la grafica computerizzata: la teoria del colore e la teoria della visione.

ANDREA GRANELLI, estensore del presente articolo, è nato nel 1960, ha frequentato il Liceo Classico Berchet di Milano e si è laureato col massimo dei voti in Informatica nel 1985 con una tesi sperimentale sulla computer graphics. Ha lavorato al Dipartimento di Scienze Tecniche Biomediche dell'Università di Milano per 4 anni, partecipando alla progettazione di un computer, di cui ha curato la parte grafica. Attualmente è al CESI come incaricato per l'Automazione di Ufficio.

Grafica immagini e realtà

Il nome GRAFICA può suscitare una certa ambiguità in quanto il suo etimo, il verbo greco «γραφω» (grafo), ha il duplice significato di disegnare e scrivere (si pensi ad espressioni come «tracciare il grafico di una funzione», oppure a termini come «grafologia», «grafomane» o «calligrafia»).

Il suo utilizzo è comunque sempre più legato a tutto quanto riguarda la comunicazione visiva ed è oramai comune utilizzare come antitetici i termini grafico/testuale anche se per esempio nel caso del Design il termine «graphic design» indica ciò che si occupa di «sistemare parole su oggetti» (come magliette, lattine di bibite, pure semplici fogli di carta), mentre il creatore di immagini che hanno funzione di comunicazione visiva è detto «visual designer».

Prima comunque di entrare nei dettagli della disciplina, ritorniamo alla considerazione iniziale di Gombrich e vediamo che modo l'immagine visiva sta in un certo senso proponendosi come nuovo linguaggio. Pur considerando il linguaggio testuale come strumento privilegiato nella comunicazione, dobbiamo riconoscere all'immagine un insuperabile potere evocativo. Ciò è legato al potere che ha l'immagine di creare dei surrogati della realtà.

Se scriviamo la parola *cane* su un pezzo di carta e la mostriamo ad un bambino, il marra presumibilmente indifferente. Se invece gli mostreremo un disegno od una foto dello stesso soggetto è probabile che il marra interessato. I «surrogati visivi» hanno quindi la caratteristica di determinare particolari comportamenti e ciò è spiegato dagli etologi affermando che gli organismi sono «programmati» a rispondere a certi segnali visivi per facilitare la sopravvivenza. In questo caso la velocità di acquisizione dell'informazione gioca un ruolo cruciale; come scrive Orazio nell'*Ars Poetica*: «... Segnius irritant animos demissa per aures, quam quae sunt oculis subjecta fidelibus et quae ipse sibi tradit spectator...» (Il mente dello spettatore è turbata più rapidamente dall'occhio che dall'orecchio [HORAAP]).

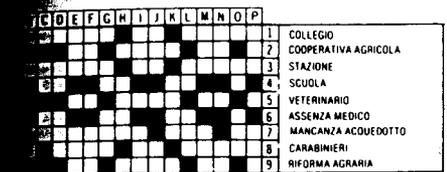
Non necessariamente però parola ed immagine sono antagonisti. Anzi spesso nella loro cooperazione porta notevoli risultati: si pensi all'antica «Arte della memoria» che insegnava a tradurre ogni messaggio verbale in una forma visiva, tanto meglio se strampalata o inverosimile.

Il vero valore dell'immagine è comunque la sua capacità di trasmettere informazioni

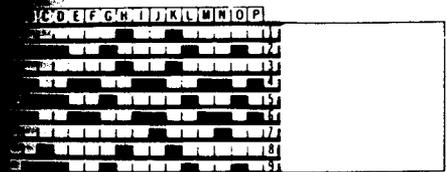
esprimibili in forma testuale, il fare emergere relazioni fra dati altrimenti ignote. Naturalmente queste proprietà non appartengono ad ogni immagine, ma vi sono dei criteri da tener presente per costruire immagini «informative».

Costruzione dell'immagine

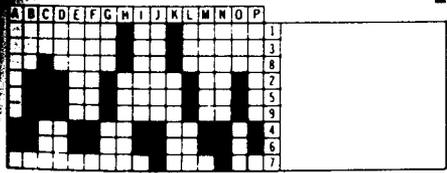
Partendo dall'affermazione di Bertin che «informazione è relazione» [BERT81], possiamo dire che ciò che rende una qualificazione rappresentazione grafica IMMAGINE è la possibilità di estrarre un'informazione



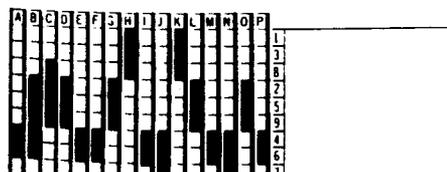
1



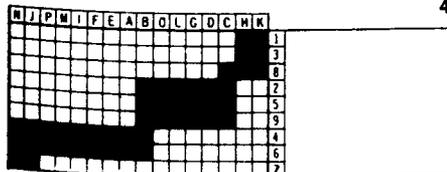
2



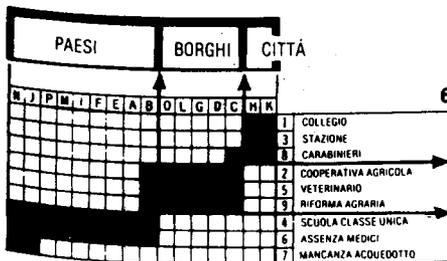
3



4



5



6

di insieme, e quindi la totalità delle relazioni esistenti al suo interno. Questo fatto deriva da una caratteristica fondamentale della percezione visiva, cioè il cogliere soltanto dei rapporti fra gli elementi della realtà (piuttosto che gli elementi stessi). Inoltre queste relazioni devono essere esplicitate in maniera opportuna altrimenti i tempi di interpretazione dell'immagine potrebbero essere molto più lunghi dei tempi di lettura della stessa informazione, espressa però in forma testuale, togliendo quindi all'immagine il potere evocativo. Per ovviare a queste difficoltà, sono state introdotte delle tecniche, raggruppate sotto l'etichetta di *manipolazione delle immagini*, che permettono di trasformare un'immagine «confusa» (nel senso appena descritto) in una immagine in cui vengano esplicitate le relazioni fra i componenti, dotata quindi di un maggiore contenuto informativo.

La gamma di applicazioni di queste tecniche è molto ampia. Si va da algoritmi che riescono a migliorare qualitativamente delle immagini, per esempio aumentandone il contrasto oppure togliendo il cosiddetto «rumore di fondo» (usati per esempio per elaborare le immagini provenienti dai satelliti) a metodologie che permettono di riordinare dati espressi in forma tabellare, per esplicitare alcune relazioni altrimenti non riscontrabili (come quelle usate da Bertin in [BERT81] vedi Fig. n. 1).

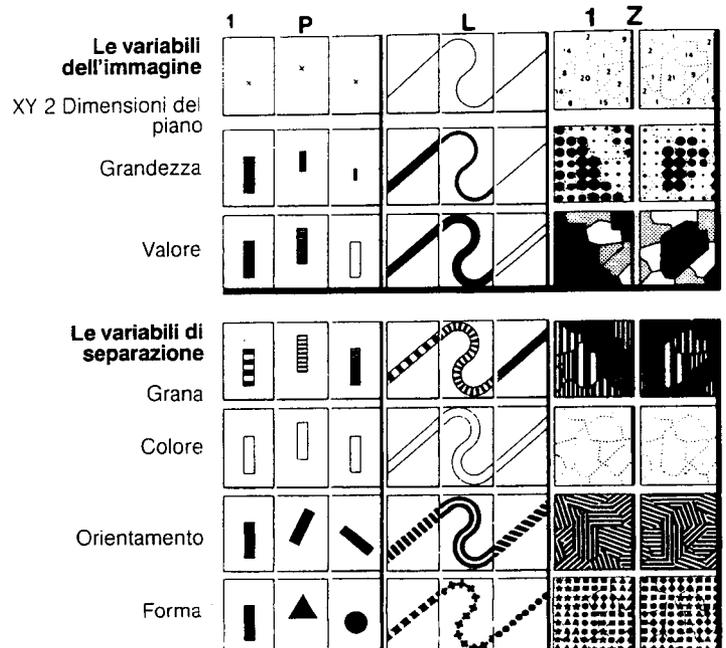
Di queste tecniche tratteremo ampiamente nei prossimi articoli. Intanto procediamo secondo la «tabella di marcia» ed analizziamo l'evoluzione della teoria del colore e della teoria della visione.

Teoria del colore

La prima formulazione di una teoria sul colore dotata, sia di un rigido formalismo, che di evidenze sperimentali, si deve a Isaac Newton ed in particolare ai suoi studi sull'ottica (poi raccolti e rielaborati in *Optics* nel 1704). La loro base è essenzialmente sperimentale, concentrata sull'ineguale rifrangibilità dei raggi luminosi. Dapprima egli scoprì che la luce bianca si decompone quando attraversa un prisma triangolare di vetro. Poi riuscì a ottenere nuovamente luce bianca ricomponendo i vari raggi luminosi ricavati dalla precedente decomposizione. Per spiegare questa ed altre evidenze sperimentali, Newton formulò l'ipotesi che la luce fosse costituita da corpuscoli, emessi dalle sostanze luminose; corpuscoli di dimensione diversa a seconda dei vari colori (di dimensione massima quelli costituenti la luce rossa, minima quelli costituenti la luce violetta). Una conseguenza diretta di questa affermazione fu che i colori sono la qualità originaria ed immutabile (e quindi reale) dei raggi luminosi, mentre il bianco sarebbe soltanto qualcosa di derivato, ed in un cer-

Figura 1 - Esempio di trasformazione dell'immagine detta «Riclassificazione visiva», che permette nell'immagine n. 6 di esplicitare delle relazioni, non ricavabili visivamente dal n. 1.

Figura 2 - Variabili di separazione utilizzabili per classificare un'immagine secondo Bertin.



to senso puramente soggettivo. Questa teoria riportò in auge la teoria corpuscolare della luce, che era stata messa in crisi anni prima della teoria ondulatoria di Huygens. La teoria di Goethe sui colori (Farbenlehre 1810) era invece vivacemente contrapposta a quella di Newton. Mentre infatti lo scienziato inglese aveva affermato che il bianco è un colore composto, e in quanto tale può venire analizzato in uno spettro di colori semplici, Goethe lo assunse invece come colore fondamentale, non analizzabile, e sostenne che gli altri colori venivano generati da combinazioni opportune di luce bianca ed ombra. Affermò poi — rifacendosi ad una concezione filosofica generale diffusa in quei tempi secondo cui la natura possiede la capacità di rivelarsi direttamente all'uomo — che, anche nello studio dei colori, si deve dare maggiore credito alla testimonianza diretta dei sensi che non a quella indiretta, fornita da artificiosi dispositivi strumentali (come per esempio il prisma ottico utilizzato da Newton). La fama di questa teoria deve molto all'appoggio entusiastico attribuitole dalle correnti antiilluministiche (come i seguaci del filosofo Hegel), che cercavano un qualsiasi appiglio pur di screditare Newton.

Quello che però sia Newton che Goethe avevano fatto nelle loro teorie era attribuire una proprietà psicofisiologica (colore) ad una entità esterna al soggetto osservante.

Nonostante la base per la moderna teoria del colore rimane sempre la scoperta di Newton della scomposizione della luce bianca (1666). Più esattamente lo spettro cromatico può essere diviso in 6 parti principali — violetto, blu, verde, giallo,

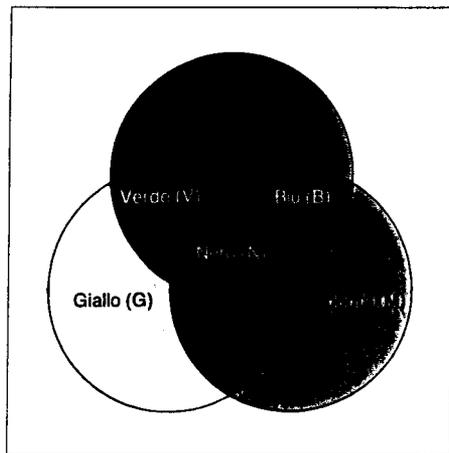


Figura 3 - Generazione del rosso miscelando opportunamente 2 colori secondari.

arancio, rosso — con una transizione graduale e sfumata da un colore all'altro.

I colori che percepiamo di un oggetto vengono determinati dalla natura della luce riflessa dall'oggetto stesso e non sono quindi una proprietà intrinseca né della luce né dell'oggetto. Questa idea non è comunque recente. Scrive nel 1690 il filosofo inglese John Lock: «... La natura delle nostre semplici idee non muta per il fatto che noi pensiamo che l'idea del Blu sia nella viola stessa o soltanto nel nostro spirito; e che nella viola stessa si trovi soltanto il potere di produrlo mediante il tessuto delle sue parti, riflettendo in una certa maniera le particelle dalla luce...» [LOCK72].

Così un corpo che non riflette nessun tipo di luce (cioè l'assorbe completamente) è detto «corpo nero», mentre se riflette la luce in eguale misura a tutte le lunghezze d'onda dello spettro visibile (cioè dal vio-

lento al rosso), appare bianco. Per apparire di un determinato colore, l'oggetto deve riflettere, nel campo visibile, il particolare intervallo di lunghezze d'onda relativo a quel colore e assorbire il resto. Kiver, nel 1955, ha dimostrato che le componenti spettrali del rosso (R), del verde (V) e del blu (B), combinate in varie proporzioni, originano una vastissima gamma di colori, superiore a quella ottenibile con qualsiasi altra combinazione di tre colori. Per questo motivo sono detti colori primari. Se i colori primari vengono sommati, producono i cosiddetti colori secondari:

magenta = rosso + blu
 ciano = verde + blu
 giallo = rosso + verde

Non è invece ancora ben chiaro come avviene da parte del cervello la percezione dei colori. A questo proposito sono state sviluppate due teorie.

La prima, detta teoria dicromatica o di Hering, afferma che nella percezione intervengono due sostanze: una sensibile al rosso e l'altra al blu. A queste se ne aggiunge una terza per la luminosità (cioè per separare bianco/nero).

La teoria tricromatica di Young-Helmholtz, invece, ipotizza l'esistenza sulla retina di tre coni, sensibili rispettivamente al rosso, al verde e al blu. Poiché ogni colore può essere creato miscelando opportunamente questi tre colori (sono i primari), il colore effettivamente percepito è dato dalla risultante delle stimolazioni che ciascuno dei tre coni riceve per la sua componente di colore primario. L'effettiva presenza a livello retinico di tre tipi di coni, sensibili a luce di lunghezza d'onda diversa (cioè colori diversi), e le esperienze sul-

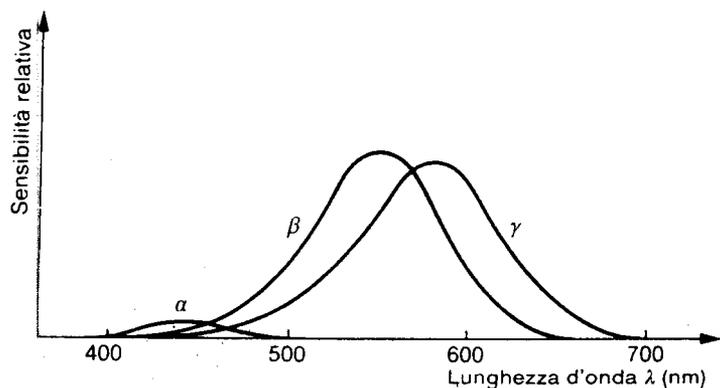
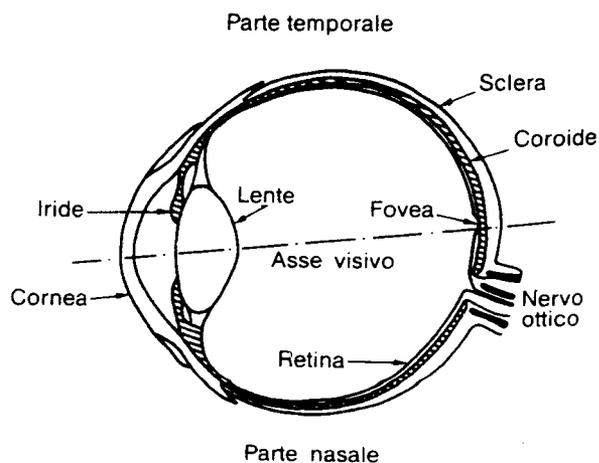


Figura 4 - Risposta dei 3 coni presenti sulla retina al variare della lunghezza d'onda della luce incidente.

Figura 5 - Sezione dell'occhio e suoi componenti principali in un recente trattato di fisiologia.



Proprietà della visione

Per potere rappresentare adeguatamente delle informazioni in forma grafica, è opportuno capire il più esattamente possibile come funziona la percezione visiva nel destinatario di tali informazioni, cioè l'uomo. A questo proposito elenchiamo di seguito le principali proprietà della visione, verificate sperimentalmente, che regolano la percezione della luce e delle immagini:

Sensibilità al contrasto

La risposta dell'occhio a variazioni dell'intensità luminosa è di tipo non lineare (più precisamente logaritmico).

Effetto di Mach

Considerando un foglio in cui siano presenti delle strisce uniformi, aventi ciascuna costante livello di grigio (contrasto bianco-nero), disposte una accanto all'altra, si può sperimentalmente verificare, osservando, a partire dal nero (a sinistra) verso il bianco (a destra), che appaiono con i bordi destri più scuri di quelli a sinistra. Ciò dipende dalla diversa risposta che il sistema visivo ha a differenti frequenze spaziali (l'occhio possiede una sensibilità più bassa a frequenze spaziali alte e basse rispetto a quella che ha a frequenze intermedie).

Contrasto simultaneo

Se diversi elementi di una immagine,

con la stessa intensità di grigio, sono posti in immagini diversamente contrastate (ad esempio su fondo bianco o su fondo nero), appaiono avere intensità di grigio diverso (sembrano più scuri gli elementi sul fondo più chiaro).

Adattamento cromatico

L'apprezzamento dei colori dipende dall'adattamento dell'osservatore a particolari condizioni visive. Dopo avere infatti osservato a lungo una luce di un certo colore, ad alta intensità, togliendo la luce stessa appaiono immagini di colore complementare, chiamate «immagini postume».

Insensibilità ai colori

Una percentuale apprezzabile della popolazione terrestre è affetta da forme diverse di cecità ai colori o daltonismo (circa 8% dei maschi e 1% delle femmine).

Colore soggettivo

Con diverse esperienze (per esempio Fechner nel 1838 utilizzò la rotazione di un disco dipinto per metà di bianco) è stato dimostrato che impulsi intermittenti di luce bianca possono apparire diversamente colorati. Ciò è legato alla risposta temporale del sistema visivo umano ad impulsi di luce.

la miscelazione dei colori primari, fanno di questa teoria la più accettata sia dal punto di vista fisiologico sia come analogia per la costruzione di dispositivi grafici a colori (si pensi al sistema RGB, il cui acronimo significa Red-Green-Blue). Con questa teoria il colore torna ad essere inerente alla psicofisiologia dell'osservatore, dipendendo dalla struttura retinica e dalle successive elaborazioni degli impulsi, da parte del cervello. Quindi il colore è una entità fisiologica e psicologica esclusivamente soggettiva e pertanto non fa parte del mondo esterno, perciò non può essere incluso nel dominio della fisica.

Figura 6 - «Rites of Spring» di Picasso; nonostante la scarsità di informazioni (silhouettes) siamo in grado di interpretare le silhouettes in termini di superfici a tre dimensioni; in questo caso l'attività psichica ha eseguito una «integrazione conoscitiva» dell'immagine.



BIBLIOGRAFIA RAGIONATA

- [ALBU81] J.S. Albus, «Brains, Behavior & Robotics», McGraw-Hill Byte Books, 1981, Peterborough.
- [BERT67] J. Bertin, «Semiologic Graphique», Mouton-Gauthier Villars, 1967, Parigi.
- [BERT81] J. Bertin, «La grafica ed il trattamento grafico dell'informazione», ERI, 1981, Torino.
- [BEVI82] F. Bevilacqua, M.G. Ianniello, «L'ottica dalle origini all'inizio del '700», Loescher, 1982, Torino.
- [CAPP85] V. Cappellini, «Elaborazione numerica delle immagini», Boringhieri, 1985, Torino.
- [ERNS82] G.W. Ernst & R.G. Smith, «Mechanical Discovery of Classes of Problem-Solving Strategies», Journal of ACM n. 29, 1982.
- [HORAAP] Horatius, «Ars poetica», 180 sgg.
- [GOMB73] E.H. Gombrich, «L'immagine visiva», Le Scienze, n. 61, Settembre 1973.
- [KAND68] W. Kandinsky, «Punto linea superficie», Adelphi, 1968, Milano.
- [KATZ79] D. Katz, «La psicologia della forma», Boringhieri, 1979, Torino.
- [KOH161] W. Kohler, «La psicologia della forma», 1961, Milano.
- [LIND76] D. Lindberg, «Theories of Vision from Al-Kindi to Kepler», The University of Chicago Press, 1976, Chicago.
- [LOCK72] J. Lock, «Saggio sull'intelligenza umana», Laterza, 1972, Bari.
- [MUNA66] B. Munari, «Arte come mestiere», Laterza, 1966, Bari.
- [MUNA68] B. Munari, «Design e comunicazione», Laterza, 1968, Bari.
- [WINS79] P.H. Winston, R.H. Brown (Editors), «Artificial Intelligence: AN MIT Perspective», Vol. 2, The MIT Press, 1979, Cambridge.
- Per quanto riguarda la Grafica vista nella dialettica immagine/testo, un ottimo articolo introdotto da [GOMB73]. I due testi di Munari [MUNA66] e [MUNA68], affrontano invece più il rapporto tra grafica e Design, mentre [KAND68] raccoglie le lezioni di Kandinsky tenute al Bauhaus, in cui l'autore cerca di delineare una «Scienza dell'Arte». I libri di Bertin [BERT67] [BERT81], invece, affrontano la grafica più dal punto di vista della rappresentazione di dati tabellari (matrici bidimensionali, cartine, istogrammi...).
- Sulla teoria del colore, [CAPP85] contiene una parte abbastanza ampia che descrive la teoria cromatica di Young-Helmholtz (quella più accettata), mentre chi è interessato più agli aspetti teorici-epistemologici, può guardare, oltre ai classici di Newton e Goethe, anche [LOCK72] [BEVI82].
- Una vera e propria teoria sulla visione non esiste ancora. Vi sono diversi studi sia di carattere psicologico [LIND76] che interdisciplinare (con gruppi composti da esperti di intelligenza artificiale, psicologi, neurofisiologi). Un approccio significativo è quello seguito al MIT [WINS79]. Un libro di riferimento invece alla formulazione di un modello neurologico è [ALBU81].
- Sull'applicazione della teoria della visione alla Robotica si può consultare, oltre al già citato [WINS79] anche [ERNS82].
- Sulla Psicologia della Gestalt vi sono diversi studi. Da quello più completo [KOH161] a quelli di più agile lettura come per esempio [KATZ79]. Interessante può essere anche analizzare il rapporto con altri pensatori non propriamente «Gestaltisti» come [KAND68].

Teoria della visione

La difficoltà di comprensione del fenomeno della visione si deve principalmente alla sua natura interdisciplinare. Ottica, fisiologia, psicologia, tecnica: tutte concorrono nella spiegazione dei meccanismi della percezione. Questa impostazione si è però formata nel corso della storia. Fino al 1600 l'interazione soggetto-oggetto, nel processo della visione, era considerata fondamentale e quindi non esisteva una disciplina come l'ottica. Perciò era necessario stabilire una precisa distinzione tra la luce come capacità soggettivo-psicologica del vedere e la luce come entità fisica entrante negli occhi. LUX veniva detta la prima, LUMEN la seconda. Col passare del tempo l'interesse si concentra su Lumen finché la parola luce viene ad acquistare un solo significato, quello di entità fisica.

La parte più vicina alla Computer Graphics è comunque sicuramente l'Ottica, che descrive le proprietà fisico-geometriche che permettono il formarsi dell'immagine sulla retina. Pur tralasciando, per economia di spazio, l'evoluzione storica di

Figura 8
Sistema robotico
Ibm 7545.

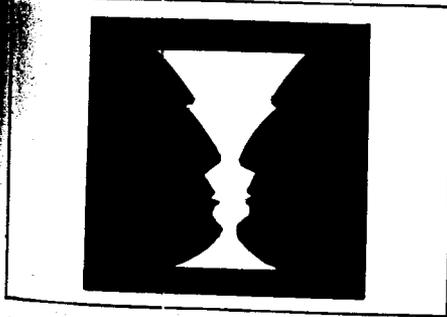


Figura 7 - Esempio di illusione ottica utilizzato per avvalorare le tesi della Psicologia della forma: nella figura riportata si vedono sia un calice bianco su sfondo nero sia due facce nere di profilo.

questa importante disciplina (si veda comunque la bibliografia), va comunque detto che fu Kepler [LIND76] che per primo risolse il problema (1604 «Ad Vitellionem Paralipomena») di determinare la geometria delle radiazioni luminose attraverso una fessura di piccole dimensioni. Egli si accorse infatti che l'immagine veniva «scarravoltata». Dopo una serie di studi e di esperimenti, affermò che questo fenomeno, talvolta detto «effetto Camera Oscura», accadeva anche nell'occhio umano; cioè la luce, entrando nell'occhio da una piccola fessura (la pupilla), proietta sulla retina, invertita, l'immagine. Questa analogia quindi tra macchina fotografica e occhio umano (che comprende anche la capacità di mettere a fuoco, di regolare la

Psicologia della Gestalt

La Psicologia della Forma (Gestaltpsychologie) trae le sue origini da uno studio di von Ehrenfels pubblicato nel 1890 col titolo *Sulle qualità formali, in cui si mette in rilievo l'esistenza di determinati «oggetti percettivi»* (le forme spaziali, le melodie...) che, pur potendo essere «vissute» soltanto sulla base di date sensazioni (cromatiche od acustiche...) non sono propriamente costituite da quelle sensazioni. Tanto è vero che, mutando l'insieme dei dati sensoriali, quelle forme spaziali e melodiche rimangono invariate. Questo principio, detto Principio della trasportabilità delle qualità formali, costituisce l'ossatura della Psicologia della forma.

I suoi ideatori, M. Wertheimer, K. Koffka e W. Kohler, in polemica con la psicologia associazionista (secondo cui si descrive il comportamento di un organismo come somma dei comportamenti delle sue parti) affermano che ogni percezione si presenta all'esperienza come un tutto unico, cioè come un fenomeno non risolvibile in una serie di unità elementari giustapposte. In questo modo il tutto, cioè il comportamento di una struttura complessa, è molto più che la somma delle sue parti.

La percezione della forma (così viene

chiamata questa entità) è qualche cosa di immediato, originario e significativo; questo spiegherebbe il potere evocativo e di immediatezza dell'immagine rispetto alla parola scritta/udita. Perciò una analisi che ricerca i componenti di tale percezione non è che un artificio metodologico, una forzatura che svia dalla comprensione centrale del problema. Per dimostrare queste affermazioni vengono descritte tantissime situazioni, esperibili da chiunque. Per esempio se noi collochiamo un piatto circolare su di un tavolo e poi lo osserviamo da una certa distanza, alla domanda «di che forma è quel piatto», risponderemo «circolare», anche se la nostra posizione ce lo fa vedere ovale. D'altra parte l'immagine retinica del disco è certamente ovale. Perciò alla percezione si è sovrapposto un atto psichico superiore che ha «rettificato» l'immagine, e questo intervento è certamente auspicabile, altrimenti non saremmo più in grado di riconoscere gli oggetti, in quanto la nostra percezione della loro forma mutebbe ad ogni nostro movimento. Ciò che però la Psicologia della forma afferma è che questo atto psichico superiore è inscindibile dalla «sensazione pura» (l'immagine come appare sulla retina).

ntità di luce entrante), costituisce la
e della moderna teoria della visione.

importanza di questa teoria è legata
principalmente alla Robotica, e in partico-
la realizzazione di Robot che «veda-
che siano cioè in grado di eseguire
operazioni in funzione della loro per-
one del mondo esterno. Quindi d'ac-
lo vedere, ma soprattutto riconoscere;
in questo ambito entra in gioco l'Intelli-
za Artificiale.

problema del riconoscimento automati-
delle forme — in inglese *Pattern Reco-
gnition* — occupa da diversi anni le risorse,
ne e di calcolo, di diversi laboratori di
ca. Il problema può essere affrontato
ri livelli. Pionieristici sono stati i siste-
per il riconoscimento della scrittura
(non del suo significato) usati per
mpio per lo smistamento automatico
corrispondenza o per l'analisi dei
zionari. Più complessa è invece la co-

struzione di un Robot che si muove in un
certo «mondo» (composto da una stanza
piena di cubi di legno di vari colori e di-
mensioni) ed è in grado di eseguire azioni
tipo «se il cubo rosso non ha cubi sopra di
lui, mettilo sopra il cubo giallo». Ed è que-
sto tipo di applicazione, che potremmo
chiamare forse un po' impropriamente
«automazione industriale» (in cui il Robot
ha ormai perso la sua connotazione antro-
pomorfa), in cui si sono riversati gli sforzi
principali. Robot che verniciano, che met-
tono viti, che tagliano scocche, sono tutti
derivati concettualmente dal «manipolato-
re di cubi».

Un'altra grossa applicazione dei problemi
di Recognition si sta delinando in ambito
medico: diagnosi automatica di radiografie
(naturalmente non le lastre ma le radio-
grafie computerizzate, cioè quelle prodotte
con la TAC o con RMN). La soluzione è
però ancora lontana in quanto oltre alle

difficoltà di carattere tecnico vi sono an-
che ambiguità strutturali spesso non risol-
vibili (due radiologi che danno due dia-
gnosi differenti partendo da un'unica la-
stra) automaticamente. Di questi problemi
si parlerà comunque più in dettaglio nei
prossimi articoli.

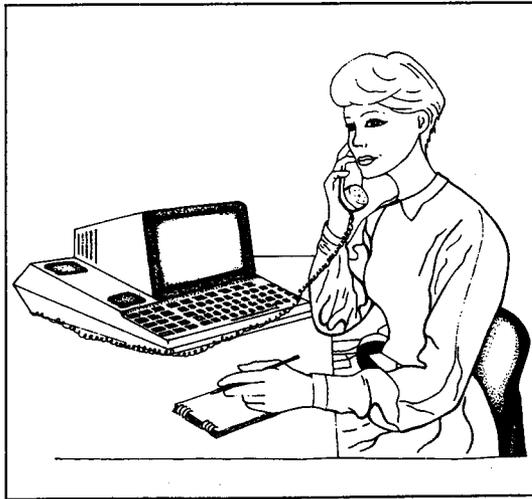
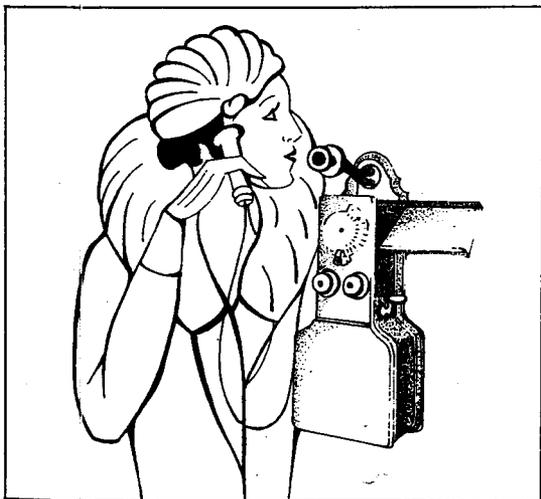
Per concludere questa breve introduzione
alla Computer Graphics, bisognerebbe
analizzare il complesso rapporto che inter-
corre tra teoria della visione e psicologia.
Particolarmente significativo è l'approccio
della Psicologia della Gestalt o della For-
ma (si veda il BOX) che parte dalla perce-
zione umana e dalle sue talvolta apparenti
illusioni ottiche, per delineare una interes-
sante teoria che rivoluziona il modo di af-
frontare il problema della visione e delle
attività psichiche correlate. ■

Andrea Granelli

(1 - continua)



franco iachello & C. s.p.a
telecomunicazioni



ieri come oggi
una tecnologia di avanguardia per la
qualità della comunicazione

20144 milano via salutati 7 int. a tel. (02) 4985951 telex 323893