

Tecnologie del vivente (3)

Pier Luigi Capucci

plc@noemalab.com

[Testo originariamente pubblicato in Mario Morcellini, Michele Sorice (a cura di), *Futuri immaginari*, Roma, Logica University Press, 1998]

d. Note sul tramonto dell'analogico: il caso della fotografia digitale

Di pari passo con la rapida evoluzione dell'informatica, il digitale sta velocemente sostituendo l'analogico nella gestione, nel trattamento e nell'archiviazione delle informazioni, nella produzione di immagini. Alcuni settori sono ancora al di là delle sue capacità ma è solo questione di tempo. Anche la fotografia tradizionale sta per essere investita da questa trasformazione: nell'arco di un paio d'anni i maggiori produttori del mondo, non solo nel settore ottico, stanno investendo risorse nel mercato della fotografia digitale.

Interessanti sono i costi e il tipo di pubblico a cui questa nuova produzione è destinata. Non si tratta più di macchine da studio o da campo per professionisti dell'immagine, il cui costo è di decine di milioni di lire, bensì di macchine amatoriali il cui costo inizia ad essere paragonabile a quello dei comuni apparecchi fotografici. In poco più di un anno sono entrati nel mercato, spesso con più di un modello, marche blasonate e altre del tutto sconosciute: Nikon, Kodak, Apple (che aveva già messo in commercio un modello qualche anno fa), Polaroid, Sony, Canon, Minolta, Casio, Olympus, Fuji, Epson, Ricoh, Toshiba, Agfa, Logitech, Dycom, Sound Vision e Chinon (e altri produttori sono in procinto di farlo). Si noti che circa un terzo di queste case, anche molto famose, non ha tradizioni nel settore fotografico. Dunque cosa c'è dietro a questa mobilitazione? Cosa spinge delle aziende a entrare in un settore in cui non hanno esperienza? Il fatto che non si tratta *solo* di fotografia.

Anche se qualche modello ha un design originale, la forma di una fotocamera digitale è del tutto simile a quella di una macchina fotografica tradizionale. Automatica o non, con o senza flash, c'è un dispositivo ottico, un mirino (che in alcune è un piccolo schermo a cristalli liquidi) in cui inquadrare l'obiettivo e un pulsante da premere. La novità sta nel fatto che a registrare le immagini non è il

solito rullino, da portare a sviluppare e stampare per avere foto su carta o diapositive, ma un sensore elettronico (CCD) che converte i fotoni in *bit*. Quando si preme il pulsante l'otturatore si apre, la luce investe i minuscoli elementi fotosensibili del sensore, che producono correnti elettriche di intensità proporzionale alla quantità di luce che li colpisce. Questi segnali sono quindi convertiti in formato digitale e immagazzinati nella memoria della fotocamera (di tipo *flash memory* o scheda PCMCIA). Le immagini vanno trasferite in un computer e viste sul monitor, possono essere modificate con programmi di grafica in dotazione alla fotocamera e stampate normalmente. I modelli più interessanti, tuttavia, consentono di collegare la fotocamera direttamente a una stampante o al televisore, oppure di aggiungere commenti vocali alle immagini.

Che cosa cambia rispetto alla fotografia tradizionale? In primo luogo, evidentemente, i costi: quelli del rullino, di sviluppo e di stampa, delle copie, sono eliminati. Una volta acquistata la fotocamera le foto sono *gratuite*, è possibile farne quante si vuole. In alcuni modelli si può vedere il risultato subito dopo lo scatto direttamente dalla macchina e, premendo un pulsante, cancellare le immagini che non piacciono. Di quella foto, inoltre, senza alcun costo aggiuntivo, si possono fare un numero infinito di copie tutte esattamente identiche all'originale, mentre nella foto analogica le copie non sono mai del tutto identiche, all'originale e tra loro. Nel digitale la differenza tra "copia" e "originale" è priva di senso: al più può essere usata in senso strumentale, per indicare una cronologia: un'immagine che è venuta *prima* di un'altra.

Produrre immagini fotografiche diviene quindi molto più semplice ed economico. Dato che non è più necessario il laboratorio del fotografo, i tempi e i costi di sviluppo e stampa si annullano, avvantaggiando la fotografia digitale in ambiti che vanno dal giornalismo (in cui tra l'altro si risparmia anche il tempo di digitalizzazione delle immagini per la pubblicazione) all'editoria digitale, dall'uso documentario a quello amatoriale. Poiché la fotocamera può essere collegata al video o al televisore è possibile, anche per il professionista, realizzare velocemente presentazioni dove inserire, accanto alle foto, immagini prodotte col computer, riversate nella memoria della fotocamera, magari con l'aggiunta di commenti sonori (alcuni modelli consentono già queste possibilità). Grazie al digitale, il campo della fotografia conosce nuove e inaudite possibilità.

I lati negativi risiedono in primo luogo nella qualità delle immagini, che nelle fotocamere a scopo amatoriale è ancora inferiore a quella degli apparecchi tradizionali. Tuttavia, nonostante sia tecnologicamente arduo ridurre le dimensioni degli elementi fotosensibili del sensore a quelle dei granuli dei sali d'argento delle pellicole tradizionali, il miglioramento dei sensori appare questione di tempo. In secondo luogo, molti modelli devono essere collegati a un computer per vedere o stampare le immagini, anche se l'orientamento dei produttori è quello rendere la fotocamera autosufficiente. Quelli più recenti, infatti, oltre a poter essere collegati a monitor televisivi, possono pilotare direttamente, senza bisogno di cavi (mediante infrarossi), stampanti *ad hoc*, le

Personal Digital Photo Printers, capaci di produrre immagini di elevata qualità e dal costo dell'ordine di qualche centinaio di dollari.

L'obiettivo dei produttori di fotocamere digitali amatoriali non è il mercato degli utenti di computer ma quello, ben più ampio, *consumer*, in uno scenario di autonomia operativa, di "fai da te" generalizzato e di personalizzazione della domanda più o meno assecondato da tutti i media (video, informatica, telefonia, telematica, televisione, Internet...). Le fotocamere digitali della prossima generazione, quindi, saranno poco costose, facili e divertenti da usare, ma in grado di produrre immagini di qualità. Aumenteranno la capacità di memorizzazione, anche utilizzando algoritmi di compressione più efficienti, miglioreranno il consumo di energia e la capacità delle batterie, il software di gestione e la possibilità di collegarsi ad altri dispositivi (come stampanti e monitor televisivi). Infine occorrerà prevedere dispositivi di archiviazione delle foto digitali capienti e semplici da usare, con la possibilità di visualizzare le immagini e di stamparle senza bisogno del computer. Saranno più autonome, più pratiche da usare persino degli apparecchi automatici tradizionali. Così l'utente, volendo, potrà portare la sua *personal camera* sempre con sé.

L'avvento della fotografia digitale consente di compiere alcune considerazioni di ordine generale. Per almeno un secolo e mezzo la fotografia analogica ha rappresentato il modo più facile, economico e popolare di produrre immagini. Ora, per la prima volta, questo dominio è seriamente minacciato dalla foto digitale. Parlando il linguaggio digitale la nuova fotografia si inserisce perfettamente nel principio di codifica che sta ormai alla base della produzione di documenti, artefatti, comunicazioni, dei modi di gestione delle informazioni. La dimensione simbolica audiovisuale è già in gran parte digitale o sta per essere digitalizzata. Dal punto di vista del trattamento delle informazioni il digitale ha colonizzato la produzione sonora, sta per colonizzare le varie forme di televisione, gli audiovisivi e il cinema, deve solo superare qualche limite tecnico per macinare la grande quantità di dati coinvolta in queste forme di comunicazione.

La fotografia digitale fa parte dell'ormai numerosa popolazione degli strumenti digitali "di cattura delle immagini" (il termine è tecnico), che vanno dagli scanner alle videocamere, dai dispositivi di riconoscimento alle telecamere per uso amatoriale, professionale e industriale, tutti basati sullo stesso principio di funzionamento a sensori, con caratteristiche spesso simili, che stanno facendo tendere a zero il costo delle immagini. Col digitale sfumano le peculiarità della fotografia analogica, il suo essere *documento*, il suo valore residuo di monumento che, nonostante la caducità del supporto e della figurazione, la distingueva dall'impermanenza delle altre immagini. In linea di principio la fotografia digitale mantiene la referenzialità dell'immagine (senza un oggetto o un evento reale non si ha fotografia), ma rende questo carattere più incerto, perché, come tutte le immagini digitali, è facilmente modificabile (questo è, appunto, il *genio* del digitale). L'immagine fotografica digitale non è, come quella analogica, *definitiva*, realizzata una volta per tutte e immutabile. Al contrario, è stata

pensata proprio per essere elaborata, per produrre divertimento grazie alla sua elaborazione mediante il software in dotazione alla fotocamera.

Alla foto analogica resta ancora il vantaggio di produrre immagini di maggiore qualità, per impieghi più sofisticati, immagini che richiedono più perizia e rigore, più costose ma anche più durature, resistenti al processo di numerizzazione, di semplificazione. In questo cambiamento di paradigma la fotografia analogica ritrova un legame con la sua antica rivale, la pittura. Forse un giorno, così come i nostri padri cercavano nel dipinto una nobilitazione, “l’apparizione unica di una lontananza” [6], i nostri figli ricercheranno nella foto analogica l’eco di un’irriducibilità, di una permanenza o di un’estetica che non potranno trovare nelle nuove immagini.

4. Verso un pensiero globale

a. Il modello biologico

Le trasformazioni in atto ci trovano spesso impreparati. Nuovi strumenti di conoscenza e di espressione emergono rapidamente e si affiancano a quelli tradizionali. Accanto alle culture del libro, nuovi media, come per esempio quelli ipertestuali e della realtà virtuale, creano ulteriori possibilità di conoscenza e di comunicazione. Questi strumenti, denominati genericamente “tecnologie cognitive”, chiamano in causa modalità cognitive legate a facoltà percettive e sensoriali trascurate eppure fondamentali. Attraverso i nuovi strumenti ritornano in gioco le possibilità cognitive del corpo, così lontane dall’approccio, mentale e razionale del libro. Le tecnologie imperniate sulla multimedialità, sulla polisensorialità, sull’interattività, sull’impiego di capacità sensomotorie e cinestetiche, stanno integrando vaste facoltà del corpo legate alla dimensione “percettivo-motoria” all’interno della dimensione simbolica. Recuperano l’“intelligenza del corpo”, dimensioni cognitive fisico-corporee più complesse e globali.

Oggi, tuttavia, è qualcosa di più delle semplici abitudini che sta cambiando, è un modo più generale di sentire e interpretare il mondo. L’evoluzione tecnologica è giunta a un livello tale di complessità che il comportamento di un numero crescente di artefatti, anche di uso comune, appare sempre più simile a quello degli organismi viventi. Pensiamo agli “agenti intelligenti”, che possono evolversi, imparare, riprodursi, ai virus informatici, agli algoritmi derivati dalla vita artificiale, ma soprattutto alle capacità gestionali e autoregolatrici di un’infinità di dispositivi e sistemi “intelligenti” che ormai pervadono la nostra quotidianità (computer, elettrodomestici, autovetture, videogiochi...). Vi è attenzione e sensibilità verso i fenomeni “naturalisti”, verso l’ambiente e le altre specie animali. Si è sviluppato un interesse diffuso intorno alle discipline biologiche, si sono aperte discussioni intorno alle questioni della clonazione. Il Progetto Genoma sta

proseguendo la mappatura del patrimonio genetico umano, dando per la prima volta a una specie la capacità – e il potere – di “riprogrammarsi” agendo direttamente sulla sua memoria “a lunghissimo termine”.

A un modello meccanicistico e ai suoi ibridi si sostituisce un modello a base biologica. Il primo si fonda su macroprocessi interamente fondati sull’esperienza umana del reale, quindi con un’autopoiesi e un’autodeterminazione limitate, con modeste capacità di apprendimento. Il modello biologico, invece, si fonda su esperienze, conoscenze e potenzialità molto più generali, tipiche di tutti gli organismi viventi, non è basato sull’esperienza del reale ma sulla sua essenza. È impensabile replicare tutta la conoscenza e la memoria di una cellula in dispositivi di altro tipo.

Macchine “intelligenti”, materiali “intelligenti”, ambienti “intelligenti”, “intelligenza artificiale”, agenti “intelligenti”, “vita artificiale”, robotica, bionica ..., enfatizzano negli artefatti la dimensione della vita, dell’essere. Naturalmente ciò non significa affatto che si produca qualcosa di “intelligente”. Bisogna infatti diffidare dell’uso di questo aggettivo, sia perché è stato spesso e presuntuosamente associato a capacità soltanto umane, come quelle simboliche, escludendo quindi tutto ciò che umano non era, sia perché noi non conosciamo in assoluto cosa sia l’“intelligenza”. Sappiamo, tuttavia, che la capacità simbolica non può costituire il metro dell’“intelligenza”, se non in maniera del tutto relativa all’uomo (analogamente a come, per esempio, l’agilità è l’“intelligenza” del ghepardo, o l’olfatto è quella del piccione). E che, nella sventura di un inquinamento nucleare, lo scarafaggio potrebbe rivelarsi l’animale più “intelligente”, perché è una delle rare specie in grado di sopravvivere e adattarsi a quell’ambiente. L’intelligenza come peculiarità antropica è ormai un’immagine oleografica.

Ogni specie ha delle caratteristiche particolari e una storia evolutiva che le hanno consentito di giungere fino ad oggi, sviluppando quelle abilità che l’hanno avvantaggiata nei confronti dell’ambiente. La nostra cultura inizia a provare rispetto, persino ammirazione, verso questa *alterità*, al punto di tutelarla. Si comincia a percepire l’estinzione di una specie non più solo, in maniera romantica, affettivamente, come la fine della vita di un individuo o di un gruppo di individui, ma sempre più come la fine di un *sapere*, maturato nel volgere di milioni di anni, di cui quell’individuo e quella specie sono gli unici depositari. Un sapere perduto per sempre, un patrimonio esclusivo di informazioni che avrebbe potuto essere prezioso, se non fondamentale, per la nostra conoscenza. Noi coltiviamo questa attenzione persino nei confronti dei virus più letali, di cui manteniamo in vita gli ultimi ceppi isolati in laboratori blindati.

Dunque, in linea generale, “intelligente” applicato agli artefatti umani significa che questi artefatti, sotto certe condizioni, possono esprimere comportamenti analoghi a quelli degli organismi viventi. Ma perché questa ammirazione per le abilità del *vivente*?

b. L'ammirazione del vivente e la perdita del centro

Grazie alla capacità simbolica abbiamo cercato di carpire il sapere del mondo. Da sempre, dalla natura, abbiamo tratto insegnamenti. Gli oggetti, gli artefatti, le conoscenze, gli universi che abbiamo immaginato e creato, imitano forme, funzioni, dinamiche, fenomeni e contenuti della natura. La natura è stato il nostro (unico) modello, ci ha fatto ciò che siamo e ci ha ispirato. Con la crescita della complessità degli artefatti i modelli sono divenuti i meccanismi stessi del vivente. Rispetto a quelli teorizzati, questi modelli sono migliori, più efficienti: hanno superato prove fin dalle origini della vita. *Hanno esperienza del mondo*. Nel ricostruire il vivente il miglior modello è il vivente stesso. Oggi siamo in grado di realizzare macchine e sistemi complessi, autonomi, capaci di svolgere molte funzioni, in grado di auto-organizzarsi e autoregolarsi, di imparare. Ma abbiamo capito che se le nostre ipotesi coincidono teoricamente con questi modelli, essi tuttavia superano ancora largamente i risultati delle nostre conoscenze se manca loro l'esperienza del reale, la vita. Deep Blue ha per la prima volta sconfitto il campione mondiale umano di scacchi, ma i migliori robot sono di gran lunga meno efficienti degli insetti.

Anche nell'evoluzione delle macchine e della loro "intelligenza", dunque, la natura ha il riconoscimento di *primità*. I nostri limiti, di cui siamo sempre più consapevoli, ci spingono a rispettare la natura, ci fanno sentire deboli rispetto alla globalità delle sue dinamiche. Comprendiamo che la natura non risiede nella sua apparenza contemplativa, né nella sua "sostanza" materiale, ma nella sua operatività. Non facciamo parte di un Regno Naturale a sé stante autonomo e privilegiato, la nostra specie non è diversa e indipendente dalle altre ma *relativa*. La nostra sopravvivenza è inestricabile da quella delle altre specie, bisogna quindi stabilizzare e conservare l'intero ecosistema. E infine dobbiamo assumerci la responsabilità di questa conoscenza, che ci costringe a prenderci cura dell'esistente.

L'apporto tecnoscientifico e l'interesse per il biologico, dunque, da un lato segnano un nuovo stadio nell'espansione delle nostre conoscenze e capacità, sembrano porci sempre più al centro della natura e nel cuore dei suoi processi. Dall'altro minano profondamente la centralità della cultura umana, restituiscono la consapevolezza della necessità dell'abbandono, probabilmente definitivo, di una dimensione antropocentrica che limita la visione del mondo a una piccola particolarità, nonostante ne faccia l'unico universale. Si tratta di un salto cognitivo e insieme evolutivo.

Con tutte le tecnologie la nostra cultura non fa altro che interpretare, produrre, riprodurre e trasmettere la Natura. Noi siamo natura e non possiamo che generare natura, anche gli oggetti e gli artefatti a cui conferiamo "intelligenza", "vita", lo sono. L'esistente genera l'esistente, e questo esistente è sempre natura. Non c'è che natura. A questa natura noi apparteniamo e insieme sfuggiamo, essa

ci rispecchia e nel contempo si sottrae. Siamo parte di un'avventura a cui è impossibile rubare il nostro destino o non partecipare. In questa prospettiva l'“artificiale” diviene un pretesto, una dimensione strumentale che la cultura umana ha inventato per indicare (e nobilitare) ciò che ha costruito. Ma anche l'artificiale è naturale, è il naturale peculiare della nostra specie. Se la nostra cultura non può più sostenere la convinzione della sua estraneità e superiorità, può guardarsi intorno con uno sguardo più lungo. Dunque, all'alba del terzo millennio, ci attendiamo un pensiero più articolato e globale.

Note

6) Walter Benjamin, *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*, Torino, Einaudi, 1966, p. 70.

Bibliografia

A.A.V.V., “Clonazione: problemi etici e prospettive scientifiche”, allegato a *Le Scienze*, n. 345, maggio 1997.

Abruzzese, Alberto, *Analfabeti di tutto il mondo uniamoci*, Genova, Costa & Nolan, 1997.

Anceschi, Giovanni (ed.), *Il progetto delle interfacce*, Milano, Domus Academy, 1990.

Antinucci, Francesco, “Con Giotto nella Città Ideale”, *Virtual*, n. 3, novembre 1993.

Atlan, Henry, “Il ‘genetico’ non è nel gene. DNA: programma o dati?”, *Pluriverso*, n.2, marzo 1996.

Barthes, Roland, *Critica e verità*, Torino, Einaudi, 1969.

Barthes, Roland, *La camera chiara*, Torino, Einaudi, 1980.

Bateson, Gregory, *Mente e natura*, Milano, Adelphi, 1988.

Batoy, Arsenio, “Document Image Storage & Retrieval Product Options”, *Advanced Imaging*, vol. 11, n. 3, marzo 1996.

Beardsley, Tim, “Luci e ombre sul Progetto Genoma”, *Le Scienze*, n. 334, giugno 1996.

Bell, Alan E., “I compact disc del futuro”, *Le Scienze*, n. 337, settembre 1996.

Benjamin, Walter, *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*, Torino, Einaudi, 1966.

Bozzo, Massimo, *La grande storia del computer*, Bari, Dedalo, 1997.

Capucci, Pier Luigi (ed.), *Il corpo tecnologico*, Bologna, Baskerville, 1994.

Capucci, Pier Luigi, “Tecnologie del corpo e habitat cognitivi simbolici”, *Pluriverso*, n. 4, settembre 1996.

- Cavalli-Sforza, Luigi Luca, *Geni, popoli e lingue*, Milano, Adelphi, 1996.
- Ceruti, Mauro, *Evoluzione senza fondamenti*, Bari, Laterza, 1995.
- Dani, Filiberto (ed.), *La storia del computer*, Roma, SARIN, 1990.
- Davis, Andrew W., "Cable TV vs Telephone as Image and Video Distribution, Communication Pipelines", *Advanced Imaging*, vol. 11, n. 1, gennaio 1996.
- De Kerckhove, Derrick, *Brainframes*, Bologna, Baskerville, 1993.
- Dunn, James F., "Beyond Trade-Offs: High Res Imaging With CMOS Sensors & Cameras", *Advanced Imaging*, vol. 12, n. 1, gennaio 1997.
- Fancer, Carol H., "Le carte intelligenti", *Le Scienze*, n. 338, ottobre 1996.
- Fedele, Francesco, "L'evoluzione dell'uomo: una nuova scimmia prende forma", *Le Scienze Quaderni*, n. 73, settembre 1993.
- Fester, Mordechai, "Video over ATM. Practical Considerations for Improving the Networked Image", *Advanced Imaging*, vol. 11, n. 3, marzo 1996.
- Flichy, Patrice, *Storia della comunicazione moderna*, Bologna, Baskerville, 1994.
- Gerbelt, Karl e Peter Weibel (eds.), *Ars Electronica '94. Intelligente Ambiente*, Wien, PVS Verleger, voll. 1 e 2, 1994.
- Grimm, Leigh, "New Category: The Personal Digital Photo Printer", *Advanced Imaging*, vol. 12, n. 2, febbraio 1997.
- Hamit, Francis, "Curators View the Virtual Museum: Networked, On-Line Collection Viewing?", *Advanced Imaging*, vol. 10, n. 9, settembre 1995.
- Hénin, Silvio e Massimo Zaninelli, "Il calcolo automatico negli Stati Uniti, dalle origini al 1950", *Le Scienze*, n. 344, aprile 1997.
- Imbert, Michel, "Il cervello: le diversità nelle specie", in Amleto Lorenzini (ed.), *La comunicazione nella storia*, vol. 1, STET-SARIN, 1989.
- Karl, Thomas R. e N. Nicholls, J. Gregory, "Gli effetti delle attività umane sul clima globale", *Le Scienze*, n. 347, luglio 1997.
- Kelly, Kevin, *Out of Control*, Milano, Apogeo, 1996.
- Lake, Don, "Cameras: If Pixels Were Here", *Advanced Imaging*, vol. 12, n. 2, febbraio 1997.
- Langton, Charles G. (ed.), *Artificial Life*, Reading (Mass.), Addison-Wesley, 1989.
- Langton, Charles G. e C. Taylor, J.D. Farmer, S. Rasmussen (eds.), *Artificial Life II*, Reading (Mass.), Addison-Wesley, 1992.
- Larish, John, "What 'Low-End' Digital Still Cameras Really Need Now", *Advanced Imaging*, vol. 12, n. 2, febbraio 1997.
- Laurel, Brenda (ed.), *The Art of Human-Computer Interface*, Reading (Mass.), Addison-Wesley, 1990.
- Leebaert, Derek (ed.), *The Future of Software*, Cambridge (Mass.), The MIT Press, 1996.
- Leroi-Gourhan, André, *Il gesto e la parola*, Torino, Einaudi, 1977.
- Longo, Giuseppe O., "Reti e cultura", *Pluriverso*, n. 2, marzo 1996.
- Lusted, Hugh S. e Benjamin R. Knapp, "Comandare i calcolatori con segnali

nervosi", *Le Scienze*, n. 340, dicembre 1996.

Maes, Pattie, "Il software intelligente", *Le Scienze*, n. 327, novembre 1995.

Maldonado, Tomás, *Critica della ragione informatica*, Milano, Feltrinelli, 1997.

Martignago, E. e V. Pasteris, S. Romagnolo, *Sesto potere*, Milano, Apogeo, 1997.

Maturana, Humberto R. e Francisco G. Varela, *Autopoiesi e cognizione. La realizzazione del vivente*, Milano, Marsilio, 1988.

Maturana, Humberto R. e Francisco G. Varela, *L'albero della conoscenza*, Milano, Garzanti, 1992.

Mazor, Barry, "Cameras for Digital Imaging: A Changing Picture for the New Year", *Advanced Imaging*, vol. 11, n. 1, gennaio 1996.

Merleau-Ponty, Maurice, *Fenomenologia della percezione*, Milano, Il Saggiatore, 1965.

Merleau-Ponty, Maurice, *Il corpo vissuto*, Milano, Il Saggiatore, 1979.

Meyrowitz, Joshua, *Oltre il senso del luogo*, Bologna, Baskerville, 1993.

Miles, Ian e H. Rush, K. Turner, J. Bessant, *I.T. Information Technology*, Bologna, Baskerville, 1993.

Milgram, Paul, "Augmented Reality for Telerobotic Control: A Practical Approach for Today's Bandwidths", *Advanced Imaging*, vol. 11, n. 5, maggio 1996.

Moravec, Hans, *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press, 1989.

Negroponte, Nicholas, *Essere digitali*, Milano, Sperling & Kupfer, 1996.

Nolfi, Stefano e D. Parisi, F. Cecconi, "Evoluzione e apprendimento", *Sistemi Intelligenti*, n. 2, agosto 1992.

Ong, Walter, *Oralità e scrittura. Le tecnologie della parola*, Bologna, Il Mulino, 1986.

Pagoulatos, Akyra, "The transition to DVD: The Critical Mass Beyond CD-ROM", *Advanced Imaging*, vol. 11, n. 6, giugno 1996.

Parisi, Domenico, "Vita artificiale e società umane", *Sistemi Intelligenti*, anno VII, n. 3, dicembre 1995.

Parisi, Domenico, "Organismi come artefatti, artefatti come organismi", *MagNet*, <http://www.compositori.it>, 15 marzo 1997.

Patterson, David A., "Microprocessori del 2020", *Le Scienze*, n. 327, novembre 1995.

Pentland, Alex P., "Stanze intelligenti", *Le Scienze*, n. 334, giugno 1996.

Pilbeam, David, "L'evoluzione degli ominoidi e degli ominidi", *Le Scienze Quaderni*, n. 73, settembre 1993.

Pucci, Emilio, *L'invenzione del fax*, Roma, SEAT, 1994.

Rawlins, Gregory J.E., *Moths to the Flame. The Seductions of Computer Technology*, Cambridge (Mass.), The MIT Press, 1996.

Rawsthorn, Alice, "Digital Video Disc Sales on a Roll", *The Financial Times*, 20 giugno 1997, p. 3.

Reis, Charles, "Today's Digital Camcorders Used for Still Photo", *Advanced Imaging*, vol. 11, n. 11, novembre 1996.

- Rossi, Pietro (ed.), *La memoria del sapere*, Bari, Laterza-SEAT, 1988.
- S.A., "Advanced Television & Digital HDTV: What Happens Now?", *Advanced Imaging*, vol. 12, n. 1, gennaio 1997.
- S.A., "E la Banca d'Italia: 'Incrociamo le dita'", *La Repubblica*, 16 marzo 1995, p.2.
- Serres, Michel, *Il contratto naturale*, Milano, Feltrinelli, 1991.
- Simon, Herbert, *Le scienze dell'artificiale*, Bologna, Il Mulino, 1988.
- Spencer, Harvey, "Intranet Tool Platform Portability: A Threat to PC Document Imaging?", *Advanced Imaging*, vol. 11, n. 5, maggio 1996.
- Stengers, Isabelle, "Il cuore di Dio e la sostanza della vita", *Pluriverso*, n. 1, dicembre 1995.
- Tesler, Lawrence G., "Tecnologie e reti informatiche degli anni novanta", *Le Scienze*, n. 279, novembre 1991.
- Thomas, Peter J. (ed.), *The Social and Interactional Dimensions of Human-Computer Interfaces*, Cambridge (Mass.), Cambridge University Press, 1995.
- Tosi, Maurizio, "Comunicazione e evoluzione sociale nella preistoria", in Amleto Lorenzini (ed.), *La comunicazione nella storia*, vol. 1, STET-SARIN, 1989.
- Weibel, Peter, "Mondi virtuali: i nuovi corpi dell'imperatore", in Pier Luigi Capucci, *Realtà del virtuale*, Bologna, Clueb, 1993.
- Weiser, Mark, "I calcolatori del XXI secolo", *Le Scienze Quaderni*, n. 75, dicembre 1993.
- Yencharis, Len, "So Where Do We Go From Here?", *Advanced Imaging*, vol. 12, n. 1, gennaio 1997.