

9.

Il computer nella ricerca psicofisiologica

Dario Salmaso

La rivoluzione tecnologica in atto nel mondo per effetto dello sviluppo dell'elettronica, in particolare grazie alla realizzazione dei circuiti integrati, su vasta scala prima (LSI) e su vastissima oggi (VLSI), è di tale importanza e di tale portata che è impensabile ritenere che la psicologia non ne sia interessata. Lo sviluppo di tali circuiti integrati (IC) su materiale base costruito da silicio permette oggi di concentrare in un unico CHIP di piccolissime dimensioni migliaia e migliaia di funzioni che con l'elettronica tradizionale dovrebbero essere svolte da milioni di transistor con l'occupazione fisica di centinaia di metri cubi. La tecnologia che sta alla base della microelettronica è tuttavia altamente costosa, ammortizzabile soltanto con grossissimi livelli di produzione. Come conseguenza di ciò i principali costruttori hanno da una parte favorito l'utilizzazione di questi componenti in campi estremamente diversi, dall'altra hanno cercato di costruire degli IC il più generali possibili. Gli effetti più evidenti di tale rivoluzione si possono trovare in molti campi della nostra vita quotidiana, dalle piccole calcolatrici ai timer, dai videogiochi alle lavatrici. Ma l'elemento più interessante di tale rivoluzione è sicuramente l'introduzione sul mercato del "microprocessore". Sviluppato solo negli ultimi dieci anni, lo si può definire come un circuito integrato capace di ricevere informazioni, analizzarle, memorizzarne il risultato e spedire tali informazioni e/o il risultato dell'analisi ad un qualsiasi altro output. Il microprocessore può essere programmato e quindi le sue funzioni possono essere svolte in qualsiasi sequenza. E' tale caratteristica che sta alla base della sua flessibilità rendendone possibile l'uso in campi molto diversi e di differente complessità. Grazie a ciò gli alti costi di realizzazione possono sempre più essere suddivisi su livelli di produzione sempre più alti riducendone così il costo ormai a poche migliaia di lire.

Il microprocessore è la parte centrale di un computer ed insieme ad almeno altri 2 elementi, un chip di memoria e un altro chip dedicato al controllo input-output, forma un computer operativo.

Alla sua accensione, il computer può fare due cose distinte:

- 1) se si tratta di una "macchina dedicata", eseguire tutta una serie di istruzioni residenti in un chip di memoria atte a compiere delle funzioni prestabilite; 2) mettersi in attesa di ricevere delle istruzioni da un operatore umano o più in generale da una qualsiasi unità che

comunichi con esso. Nel primo caso il software è residente in un chip di memoria (ROM = Read Only Memory) preparato dal costruttore (in questo caso si parla anche di firmware) e immutabile. Nel secondo caso invece le istruzioni vengono date al computer ad es. tramite una tastiera e poste in un altro tipo di memoria (RAM = Random Access Memory) che perde il suo contenuto quando il computer viene spento o per effetto di un'istruzione. In entrambi i tipi di memoria le istruzioni sono registrate secondo un codice elettronico chiamato binario perché può assumere solo due stati (usualmente definiti con "0" e "1"). Naturalmente sarebbe stato faticoso dover comunicare con un computer tramite un "codice" di questo tipo e ogni vantaggio si sarebbe largamente perduto. Per questo sono stati costruiti linguaggi simbolici a basso o ad alto livello per permettere la traduzione di una istruzione simbolica in un suo equivalente binario. Tra i più noti linguaggi ricordiamo l'ASSEMBLER, il BASIC, il FORTRAN e da ultimo il PASCAL. Attraverso lo sviluppo di tali linguaggi tutto quello che è necessario conoscere per dialogare con un computer e programmarlo sono: a) le funzioni che esso svolge e b) la semantica e la sintassi del suo linguaggio di programmazione.

La naturale evoluzione dei microprocessori ha portato ad un loro crescente utilizzo in campi molto lontani da quello più comune della semplice elaborazione numerica, soprattutto verso funzioni di controllo. L'incontro tra elettronica e meccanica rende possibile oggi applicazioni prima impensabili sia per l'alto costo di realizzazione, sia per le dimensioni delle apparecchiature da realizzare (si tenga presente che i primi calcolatori occupavano stanze intere!).

Si ritiene che solo 1/10 dei computer oggi esistenti siano utilizzati nel calcolo numerico. Questo ha comportato e comporta un grosso sviluppo di quelle che vengono definite "periferiche". Per "periferica" si intende ogni sistema che può essere accoppiato con un microcalcolatore attraverso il quale quest'ultimo può essere controllato o per mezzo del quale esso può comunicare con il mondo esterno. Può essere semplice come nel caso di un interruttore o molto complesso come nel caso di un plotter. In rapporto allo stato ON/OFF di un interruttore o più in generale in dipendenza di un particolare valore di un codice di comunicazione tra il microcalcolatore e la periferica (il più diffuso di questi codici è l'ASCII = American Standard Code for Information Interchange) il calcolatore può essere abilitato ad eseguire direttamente operazioni logiche e non altre, come ad esempio leggere il tempo di un clock interno od esterno, memorizzare il valore di una determinata variabile, confrontare il valore del codice ottenuto con un valore memorizzato in precedenza, o abilitare lo start di un'altra periferica, come ad es. un registratore. Un'estensione particolarmente rilevante di tali periferiche è il convertitore analogico/digitale (A/D) uno strumento capace di trasformare delle variazioni di voltaggio in numeri, in modo da esser facilmente elaborati dal computer.

La modularità e la flessibilità offerte da una MPU (Microprocessor Unit) hanno portato ad estenderne la sua applicazione in ogni caso in cui il numero delle operazioni da fare svolgere ad una macchina è così alto da renderne antieconomica la sua realizzazione con sistemi elettronici tradizionali. Le ultime titubanze nella scelta di una MPU stanno comunque progressivamente cadendo con lo sviluppo dei linguaggi di programmazione, che rendono sempre più accessibile anche al "non addetto ai lavori" tutte le potenzialità di cui la macchina dispone. Il computer può essere programmato a svolgere differenti funzioni, semplicemente modificando l'insieme delle sue istruzioni, cioè il "programma". Il software, cioè, l'insieme dei vari aspetti della programmazione del computer, diventa allora l'elemento determinante per lo sviluppo di un laboratorio basato su un sistema MPU e per la realizzazione quindi di funzioni dalle più semplici alle più complesse.

La psicologia in genere, ma più in particolare la psicofisiologia, cioè lo studio delle basi fisiologiche del comportamento umano, richiedono per il loro studio mezzi sempre più complessi di analisi. D'altra parte lo sviluppo di ogni scienza risiede in gran parte sulla tecnologia disponibile. Molti esperimenti di psicofisiologia che vengono eseguiti attualmente sarebbero impossibili senza l'uso di un computer. Si pensi a tutte quelle situazioni in cui è necessario controllare in tempo-reale, il comportamento del soggetto ed eseguire operazioni distinte in rapporto a tale comportamento.

La tecnica del biofeedback appartiene a questa categoria e il suo sviluppo e uso dipende in larga parte dall'uso di MPU e dal diminuire nei loro costi. Si pensi ancora alla tecnica dei potenziali evocati (PE) e alla sua applicazione allo studio dei processi di elaborazione più complessi di un semplice flash di luce o di un click, a situazioni cioè in cui è necessario arrivare a PE distinti per categorie di presentazione degli stimoli. La velocità di campionamento di un segnale analogico per mezzo di un computer programmato in linguaggio macchina, o la flessibilità di un convertitore A/D nel permettere un'analisi in tempo reale di potenziale, o comunque una sua migliore utilizzazione in situazioni off-line, sono impensabili con sistemi tradizionali sia per gli alti costi, sia per l'estrema difficoltà di progettare e realizzare macchine con funzioni di questo di tipo.

Si pensi ancora a situazioni in cui sia necessario il controllo contemporaneo dello stato on/off di un certo numero di pulsanti non solo per l'individuazione della presenza di eventi discreti, ma anche per la registrazione di eventi compresenti, come ad es. lo stato "on" di due o più pulsanti insieme.

Sarebbe possibile continuare a lungo negli esempi di possibili utilizzazioni di una MPU abbinata alla sperimentazione psicofisiologica. Per motivi di spazio ne ricorderemo solo altri due. Uno di questi è la misurazione del diametro pupillare (v. cap. 6). Sebbene questa attività sia sotto il controllo del sistema simpatico e parasimpatico, essa sembra rilevare anche aumenti di attivazione richiesti dal sistema ner-

voso centrale per l'elaborazione di stimoli in input. Vi sono buone ragioni di ritenere che la precisa misurazione di questa attività fisiologica eseguita attraverso una precisa sincronizzazione con lo stimolo e compensando sulle modificazioni di luminosità ambientale, possa fornire delle ottime informazioni sull'attività del sistema nervoso sia specifiche che aspecifiche. Ma è impensabile poter eseguire queste misurazioni con sistemi che non siano sotto il controllo di un computer, permettendo sia una maggiore facilità nella raccolta dei dati, sia, soprattutto, una maggiore accuratezza.

La seconda situazione riguarda tutti quei casi in cui l'esperimento o per sue ragioni intrinseche, come nel caso di un esperimento sulla vigilanza o per ragioni indipendenti dal ricercatore, come nel caso in cui si stia lavorando su animali, si protrae nel tempo. In questi casi avere a disposizione un sistema basato su una MPU permette l'esecuzione dell'esperimento e la registrazione dei dati senza la presenza dello sperimentatore, il quale dovrà solo visualizzarli in una fase successiva per manipolarli come meglio crede.

Occorre sottolineare il fatto che l'utilizzo di un sistema a microprocessore in psicofisiologia non è solo importante per ragioni di comodità e di costi, ma anche per la possibilità di scrutare in modi diversi e sempre più precisi le basi fisiche del comportamento umano, fornendo anche informazioni radicalmente diverse di tali basi. Occorre ricordare che molti processi psicofisiologici sono dinamici e che la capacità di analizzarne il trend dipende in larga parte dal confronto, in tempo reale, con valori prestabiliti delle informazioni in input. In maniera quasi assoluta si può affermare che sistemi basati sull'elettronica tradizionale sono incapaci di competere sia con un'apparecchiatura preprogrammata, sia con una programmabile, cioè un computer generico.

Inoltre, se si escludono processi fisiologici di base, lo psicofisiologo si trova di fronte a processi che devono in larga parte essere ancora compresi, la cui struttura potrebbe apparire diversa in rapporto al tipo di misurazione fatto, al tipo di associazioni eseguite tra i dati registrati e ai sincronismi tra particolari eventi e risposte impiegate.

Le apparecchiature elettroniche tradizionali hanno generalmente funzioni e modi di funzionamento prefissati. E' possibile modificare tali apparecchiature e progettarne di nuove, ma anche quando ciò è possibile vi sono grossi costi di tempo e di denaro.

Un sistema basato su MPU deve essere solo riprogrammato o dal costruttore, nel caso di una macchina delicata, o da chi ha scritto il programma se si tratta invece di un computer connesso con sue periferiche.

Ci sono buone ragioni per ritenere che in un prossimo futuro si avranno a disposizione linguaggi di programmazione e sistemi operativi che permetteranno di elaborare il programma su un computer generale, per passare solo nella fase finale al trasferimento del codice oggetto

così prodotto nell'apparecchiatura "dedicata" con vantaggi pratici nella utilizzazione, ma soprattutto nella rapidità di esecuzione dell'istruzione, fattore particolarmente importante ad es. quando si vogliono misurare le latenze di risposta o quando si sia interessati all'analisi di PE di durata estremamente breve (pochi msec.).

E' chiaro che le funzioni di un computer in un laboratorio di psicofisiologia non si limitano solo alla fase di registrazione e di elaborazione dei dati. Una parte notevole della preparazione e dell'esecuzione di un esperimento può essere fatta tramite computer con maggiori garanzie di affidabilità e accuratezza.

Per quanto riguarda il primo aspetto, la preparazione, il computer può essere utilizzato in due fasi distinte: a) la preparazione di ogni singolo stimolo (visivo, acustico, tattile) e b) la preparazione delle sequenze di stimolo da presentare a ciascun soggetto. Sebbene oggi ci sia ancora qualche difficoltà a generare tramite computer stimoli complessi (ad es. una faccia) si può facilmente affermare che questo problema è in via di soluzione e che al più si richiederà al ricercatore la buona conoscenza del software necessario alla loro realizzazione.

Infine il computer può aiutare nella esecuzione dell'esperimento garantendo affidabilità nei parametri di stimolazione e nella successione dei blocchi di prova, nonché liberando lo sperimentatore dal continuo controllo della situazione sperimentale ed eliminando infine errori umani sia in fase di esecuzione che in fase di registrazione.

Per concludere, il computer, così come per la società in genere, avrà anche per la psicologia un'importanza sempre più grande, permettendo una maggiore economicità (non solo di costi ma anche di tempo) delle apparecchiature sperimentali e quindi una loro più larga diffusione, ma soprattutto fornendo smisurate potenzialità per lo studio dei processi psicofisiologici, soprattutto quelli superiori, la cui comprensione dipende in larga misura dalle tecnologie disponibili.

Orientamento bibliografico

I fascicoli della rivista Behavior Research Methods & Instrumentation (1978, vol.10 nn.2,4 e 6; 1979, vol.11, n.2 e 1980 vol.12 n.2) sono dedicati ai convegni sull'uso di "computer on line in psicologia". Un numero speciale è stato pubblicato nell'American Psychologist (1975, vol.30, n.3). Altri articoli su aspetti particolari della ricerca psicofisiologica possono essere trovati nella rivista Medical & Biological Engineering & Computing.

Sull'elaborazione dei dati tramite computer oltre a vari articoli in Behavior Research Method & Instrumentation, v. Salmaso (1978).

Altri utili informazioni su aspetti generali dei computers si trovano in riviste internazionali quali Bits, Popular Electronics e Personal Computer Word.

Tecniche psicofisiologiche

a cura di Luciano Mecacci

Contributi di A. Angelini, R. Luciola,
R. Nencini, A. Olivetti, E. Pasquali,
B. Rossi, D. Salmaso, A. Zani, P. Zoccolotti



Zanichelli

© 1982 Nicola Zanichelli S.p.A., Bologna

Copertina su impostazione grafica di Duilio Leonardi

I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica, di riproduzione e di adattamento totale o parziale, con qualsiasi mezzo (compresi i microfilm e le copie fotostatiche) sono riservati per tutti i Paesi.

Prima edizione, Dicembre 1982

Ristampa:

4 3 2 1 1983 1984 1985 1986

Finito di stampare a Bologna
nel dicembre 1982
dalla Grafica Ragno, Via Piemonte 12, Ozzano (BO)
per conto della Nicola Zanichelli S.p.A.
Via Innerio 34, Bologna

Indice

1	Premessa
3	1. LA RICERCA PSICOFISIOLOGICA (Luciano Mecacci)
9	2. LA REGISTRAZIONE ELETTROFISIOLOGICA (Rodolfo Nencini e Elio Pasquali).
9	Nozioni generali sull'elettricità
16	I potenziali bioelettrici
17	Elettrodi
21	Trasduttori
22	Amplificatori
24	Filtri
25	Registratori
27	Oscilloscopio
27	Metodi di analisi
28	Programmazione degli stimoli
30	Orientamento bibliografico
31	3. L'ATTIVITA' ELETTRICA CEREBRALE (Alberto Zani)
31	I neuroni e l'attività elettrica del cervello
34	L'elettroencefalogramma
35	Basi fisiologiche
37	Tecnica di registrazione
41	Analisi e quantificazione
43	EEG e processi psicologici
43	I potenziali evocati
43	Caratteristiche generali
46	Tecnica di registrazione
48	PE e processi cognitivi
50	I potenziali lenti
52	Orientamento bibliografico
53	4. I MUSCOLI (Reginaldo Lucioli e Andrea Olivetti)
53	I muscoli e la contrazione muscolare
54	L'elettromiogramma
59	Il Tempo di reazione
60	Orientamento bibliografico

61	5. IL SISTEMA NERVOSO AUTONOMO (Alberto Zani e Pierluigi Zoccolotti)
61	Anatomo-fisiologia generale
63	L'attività elettrica della pelle
64	Terminologia
67	Valori attesi e morfologia
68	Tecnica di registrazione e quantificazione della conduttanza cutanea
69	Tecnica di registrazione e quantificazione del potenziale cutaneo
70	II sistema cardiovascolare
70	Anatomia e fisiologia
72	L'elettrocardiogramma
73	Registrazione
75	la pressione sanguigna
76	Volume sanguigno e pletismografia
77	Sistema respiratorio e sistema digerente
78	Indici neurovegetativi e processi psicologici
80	Orientamento bibliografico
81	6. L'OCCHIO e L'ORECCHIO (Alberto Angelini)
81	L'occhio
81	Anatomia
82	I movimenti oculari
87	L'ammiccamento
87	La pupillometria
88	L'elettroretinogramma
89	L'orecchio
89	Anatomia
90	Audiometria
91	Ascolto dicotico
92	Orientamento bibliografico
93	7. I QUESTIONARI PSICOFISIOLOGICI (Bruna Rossi)
94	Questionari di introversione-estroversione
94	Autostima di attivazione
95	Sensation seeking scale
95	Orientamento bibliografico
96	8. IL BIOFEEDBACK (Andrea Olivetti)
100	Orientamento bibliografico
101	9. IL COMPUTER NELLA RICERCA PSICOFISIOLOGICA (Dario Salmasso)
105	Orientamento bibliografico
106	BIBLIOGRAFIA
115	Fonti delle illustrazioni