

INFORMAZIONE E CIBERNETICA, REGOLAZIONE E CONTROLLO

Aspetti basilari e sistematico-funzionali relativi al loro significato, l'utilizzazione ed applicazione nello sport moderno

H. BEULKE

A - Introduzione

L'applicazione di metodi e sistemi scientifico-tecnici nello sport non ha soltanto e semplicemente rivoluzionato la metodologia preparatoria per gli atleti, ma ha creato inoltre una situazione del tutto nuova sotto il profilo organizzativo, informativo e perfino filosofico in un intero ambiente sociale e culturale.

Molte difficoltà nel settore pratico-operativo sono dovute al fatto che gran parte delle informazioni sono di carattere scientifico-tecnico e perciò non facilmente comprensibili ed utilizzabili in un ambiente finora poco abituato al linguaggio e al contenuto di questo genere di informazioni.

Ma c'è un problema più grave ancora: l'informazione di carattere scientifico-tecnico si basa su criteri fondamentali che spesso non corrispondono ai criteri valutativi del settore pratico-operativo nello sport, essendo quest'ultimi ancora orientati verso sistemi valutativi tradizionali ed empirici.

A questo punto è lecito chiedersi cos'è, quale funzione e dimensione ha l'informazione sotto l'aspetto scientifico-tecnico nei sistemi di svariata natura.

L'informazione è una premessa indispensabile per la comprensione e la funzionalità di strutture e sistemi di qualunque natura: tecnica, biologica (in senso molto ampio), economica e ideologica. Controllare e regolare è impossibile senza informazioni. La validità di questa constatazione lapidaria, ma assolutamente logica, si è progressivamente evidenziata negli ultimi decenni.

La cibernetica, — la scienza cioè delle strutture informative dei sistemi tecnici ed organici — sta anzitutto alle origini di questo sviluppo. L'americano N. Wiener (1) trovò che i sistemi tecnici ed organici dipendono dagli stessi principi superiori. Non sono le leggi fondamentali a differenziarli ma solo le loro strutture e i « mezzi di realizzazione ».

Fu così che si creò nelle scienze un nuovo stile di ragionamento (2), destinato a diventare la base comunicativa che permette ad ingegneri e biologi, ma anche a medici, matematici e psicologi, di inten-

dersi malgrado le loro materie scientifiche diverse. Non è soltanto una intersezione che risulta dai diversi linguaggi specifici, ma uno schema nuovo con una base e una struttura informativa valida per tutti; almeno finché si tratta di problemi relativi a sistemi di controllo o di trasmissioni ed elaborazione di informazioni che nelle varie scienze si presentano in forme diverse.

L'ambiente sportivo moderno, a parte i suoi problemi assai complessi di natura organizzativa, soffre molto della mancanza di una base comunicativa comune, che faciliterebbe notevolmente la risoluzione dei suoi problemi principali. E questi per contro, sono chiaramente determinabili con i mezzi descrittivi e raffigurativi della cibernetica; dai principi del flusso informativo fino alle caratteristiche funzionali dei sistemi di controllo.

Proverò nei seguenti capitoli a spiegare in modo semplice e intelligibile le basi fondamentali adatte a conseguire una facile comprensione e valutazione di tali problemi.

Mi sia concesso di dire con molta schiettezza a chi ritiene superfluo il discorso un po' assiomatico dei primi capitoli, relativi ad alcuni aspetti della teoria dell'informazione, che le radici più profonde di tanti « malintesi » stanno proprio nel trascurare le regole fondamentali che non sono assolutamente sostituibili con altri schemi, a volte più che altro fantasiosi.

B - La trasmissione di un'informazione ed il linguaggio comune

Il valore effettivo di un'informazione è determinabile soltanto a secondo della validità, per chi l'utilizza, alla soluzione di un determinato problema.

Trasmettendo un'informazione, il trasmittente deve usare un linguaggio comune anche al ricevente; « servirsi di un insieme di segni comunicativi comune ad ambedue.... » (3). E' difficile però che questo sia perfettamente il caso della pratica. La situazione reale corrisponde piuttosto a quella rappresentata nella fig. 1.

Anche nella pratica sportiva attuale ci troviamo in una situazione simile. La maggior parte delle informazioni è di carattere scientifico-tecnico. Oltre al contenuto scientifico dell'informazione, che richiede un livello informativo adeguato « in ricezione », anche il linguaggio stesso è assai specifico. I « segni comunicativi comuni », perciò, non bastano per assicurare una ricezione perfetta dell'informazione trasmessa.

Trasmittente e ricevente applicano inoltre, come lo dimostra la fig. 2, criteri e sistemi valutativi interni o individuali (SVI) diversi. Cioè, ognuno dei due valuta tutto in relazione all'ambiente in cui vive e dal quale, in un certo senso, dipende. Qualunque informazione trasmessa è perciò più o meno condizionata dai criteri valutativi del trasmittente, come qualunque informazione ricevuta viene interpretata sotto il profilo dei criteri valutativi del ricevente.

Questo fenomeno, seppure in modo meno evidente, esiste perfino nella trasmissione di informazioni puramente reali.

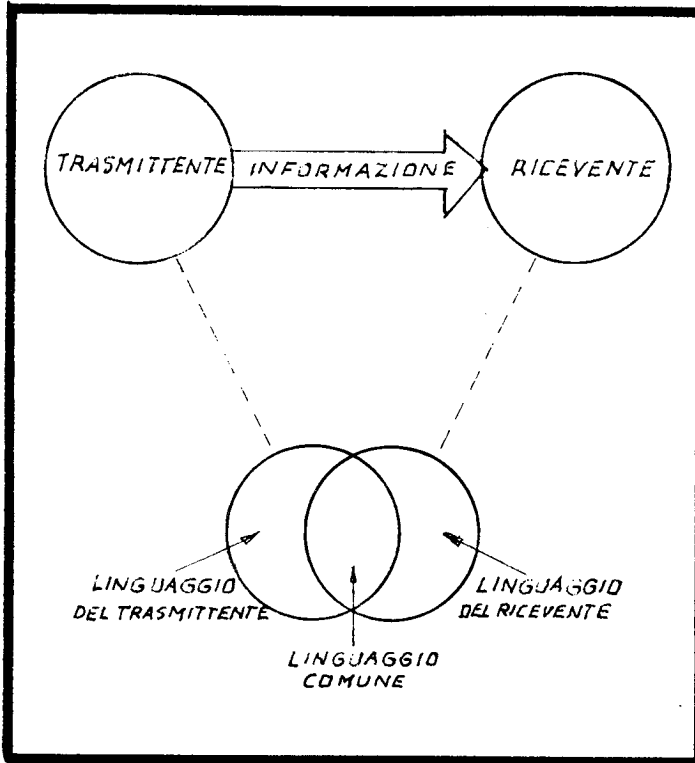


Fig. 1 - La trasmissione di un informazione ed il linguaggio comune (secondo Steinbuch)

Per l'applicazione di sistemi e metodi scientifico-tecnici nello sport (e la relativa trasmissione di informazioni) si evidenziano con ciò due ben determinati problemi sotto l'aspetto della teoria dell'informazione:

- a) adeguare il linguaggio delle informazioni, « trasmesse » in genere dalla ricerca applicata e dai rilievi dei dati condizionali, alle caratteristiche « ricettive » dell'ambiente sportivo.
- b) adeguare le capacità qualitative dei « riceventi » al contenuto delle informazioni di carattere scientifico-tecnico.

Il problema a) dovrebbe essere risolvibile senza particolare difficoltà, tranne nei casi in cui la materia contenuta nell'informazione sia talmente specifica che non permettesse altre forme di presentazione senza rischiare di risultare falsata.

Per la risoluzione del problema b) però la situazione si presenta assai più difficile. Pur essendo risolvibile (almeno a lungo termine), richiede innanzitutto una struttura organizzativa e una programmazione adeguata che deve trovare le sue origini decisive e risolutive in una volontà e disponibilità politica di livello almeno federale.

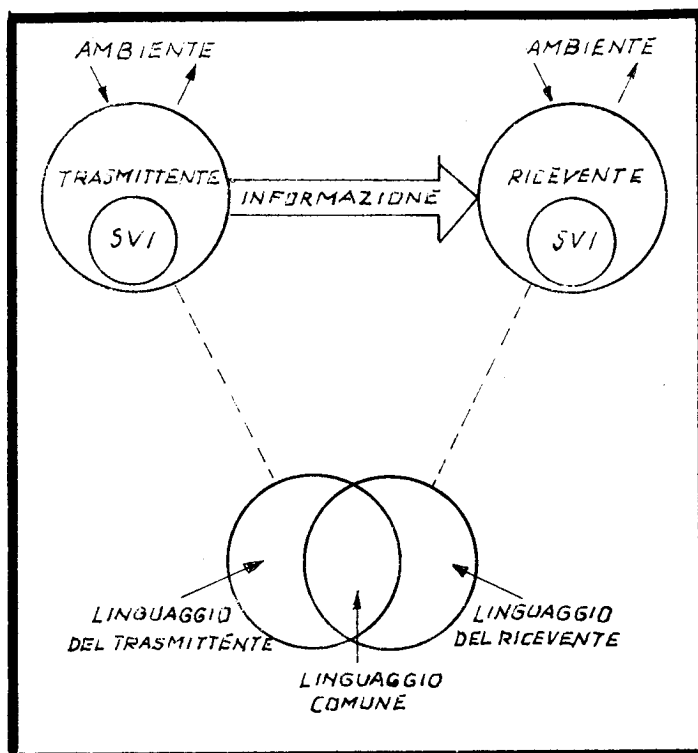


Fig. 2 - La trasmissione di un'informazione, il linguaggio comune ed i sistemi valutativi interni (SVI) (secondo Steinbuch)

C - Le dimensioni dell'informazione

La teoria dell'informazione definisce diversi gradi (dimensioni) delle informazioni a secondo della relativa « dimensione dei segni comunicativi » (4). Orientato alla linguistica si differenzia in:

- a) la dimensione sintattica dell'informazione;
- b) la dimensione semantica dell'informazione;
- c) la dimensione prammatica (direttiva) dell'informazione.

Questa graduazione è chiaramente spiegabile tramite un esempio pratico, reperibile nell'ambiente sportivo moderno.

In occasione di un convegno internazionale di biomeccanica sportiva, un biomeccanico russo presenta una relazione in russo sulla struttura funzionale di un determinato processo motorio.

— L'inglese, presente nell'auditorio, sente parlare ma non capisce il russo: pur sapendo che si tratta di un'informazione, per lui l'informazione stessa non ha nessuna dimensione.

- L'atleta russo capisce il russo e con ciò le parole del relatore, ma non comprende il contenuto della relazione: per lui l'informazione ha una dimensione sintattica.
- Il collega russo del relatore, invece, oltre alle parole capisce anche il contenuto della relazione: per lui l'informazione ha una dimensione semantica.
- Il relatore russo chiede all'atleta russo di eseguire, per dimostrazione pratica, un determinato esercizio che corrisponde al processo motorio della relazione: per l'atleta russo quest'informazione ha una dimensione prammatica o direttiva.

Le dimensioni delle informazioni, in pratica, non sono sempre così chiaramente delimitabili tra di loro: l'inglese, magari, potrebbe capire un po' di russo, o l'atleta russo intendersi un po' di biomeccanica ecc.

Il « confine » tra la dimensione sintattica e semantica di un'informazione è inoltre « spostabile » a secondo la valutazione delle cognizioni parziali che permettono una limitata comprensione del contenuto di un'informazione.

D - Il flusso informativo nell'uomo

Aspetti generali

L'uomo è in comunicazione con il suo ambiente; cioè, riceve ed emette delle informazioni.

La ricezione delle informazioni avviene tramite i sensori organici, i quali vengono stimolati ad emettere degli impulsi nervosi. Le combinazioni di stimoli ricevuti vengono elaborati nel settore sensoriale del sistema nervoso. Due fenomeni sono essenziali in questa elaborazione: una « restrizione » del flusso informativo e la formazione di invarianti (5).

Mentre i sensori periferici accettano fino a 109 « bit » (abbrev. di « binary digit ») al secondo, arrivano negli « strati superiori » al massimo alcune decine di bit al secondo come flusso informativo.

Questo settore del sistema nervoso ha l'eccezionale capacità di formare delle invarianti, cioè, riunisce in modo logico combinazioni di stimoli diversi, ricevute dall'esterno, in classe con lo stesso significato. La capacità della formazione di invarianti non è ancora perfettamente imitabile con modelli tecnici; la natura, evidentemente, conosce dei circuiti tuttora fuori portata dei tecnici.

L'informazione, entrata nella conoscenza dell'uomo, serve per l'elaborazione di un complesso di ordini per il settore motorio. L'azionamento dei muscoli, delle ghiandole ecc. possiamo anche chiamarlo « azioni verso l'esterno » o verso l'ambiente.

Oltre al collegamento del settore sensoriale con quello motorio tramite la conoscenza esistono ancora dei collegamenti, indipendenti dalla conoscenza, tra i due settori, parzialmente innati e parzialmente acquisiti più tardi, molto inequivalenti tra di loro.

La fig. 3 rappresenta in uno schema semplificato il sopradescritto flusso informativo nell'uomo. Interessante è la possibilità della formazione di un circuito chiuso per il flusso informativo: settore sensoriale — conoscenza — settore motorio — collegamenti inconsci — settore sensoriale ecc.

Le 5 funzioni basilari

Nello schema rappresentato nella fig. 3 sono possibili 5 funzioni informative diverse, raffigurate tramite i sottoschemi a, b, c, d, e.

a) La « pura percezione »

L'informazione viene dall'esterno, dall'ambiente. Dopo la restrizione nel settore sensoriale finisce nella conoscenza. Per « finire nella coscienza », si intende che per il momento non consegue nessuna azione dall'informazione ricevuta. L'informazione entra e rimane nella memoria.

b) La « pura azione »

L'informazione viene dalla memoria, ossia: la conoscenza « richiama » l'informazione dall'insieme delle informazioni accumulate nella memoria, e provoca tramite il settore motorio e gli effettori (muscoli, ghiandole ecc.) azioni verso l'esterno.

c) La « reazione inconscia »

L'informazione viene dall'esterno, ma non entra nella conoscenza, provoca però tramite i collegamenti indipendenti dalla conoscenza delle azioni verso l'esterno; ad esempio l'adattamento dell'apertura delle pupille negli occhi all'intensità della luce.

d) La « reazione intenzionale »

L'informazione viene dall'esterno ed entra tramite il settore sensoriale nella conoscenza. Insieme con motivazioni interne provoca delle azioni verso l'esterno.

e) La « riflessione »

L'informazione non viene dall'esterno e non provoca delle azioni verso di esso, ma passa in un circuito chiuso costituito dal settore sensoriale, conoscenza, settore motorio, collegamenti inconsci, settore sensoriale ecc.

Le funzioni a) e b) sono, con molta probabilità, nient'altro che degli schemi astratti. L'uomo, in realtà, reagisce sempre alle osservazioni (stimoli informativi) in qualche modo con azioni. D'altra parte è difficile immaginare che l'uomo normale esegua delle azioni senza riguardo all'ambiente.

E - La funzione della struttura informativa in un sistema biomeccanico

Le descrizioni e raffigurazioni semplificate del capitolo D chiariscono fondamentalmente il flusso informativo nell'uomo; non possono però dare un'idea dell'enorme complessità delle strutture di un siste-

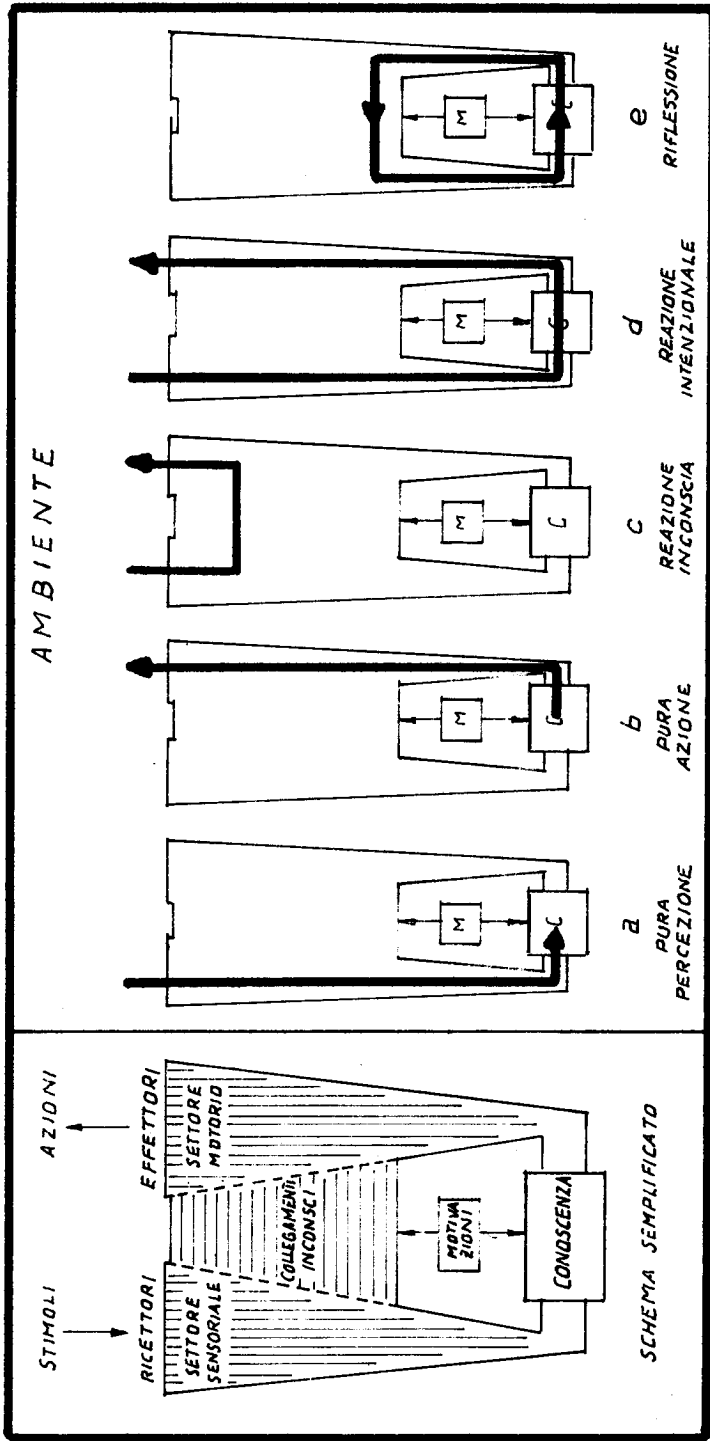


Fig. 3 - Il flusso informativo nell'uomo e le 5 funzioni basilari (secondo Steinbuch)

ma biomeccanico e del loro intercollegamento tramite una struttura informativa altrettanto complessa.

Nella biomeccanica sportiva i processi informativi hanno in primo luogo lo scopo di provocare e controllare determinati processi motori. La struttura informativa è perciò da considerare l'elemento di legame tra i sottosistemi del sistema motorio e nervoso e le loro strutture. L'importanza funzionale della struttura informativa si evidenzia in particolar modo nei paragrafi seguenti.

« Gli elementi nei sottosistemi ed i sottosistemi nel sistema motorio stanno in relazioni reciproche tra di loro; come relazioni sistematiche determinano la struttura » (6).

Tutte le relazioni e correlazioni sono ben ordinate. Ciò non vuol dire che siano anche costanti; al contrario, variano molto. La variabilità però non è caotica ma altrettanto ben ordinata.

Gli elementi riuniti nel sistema acquistano delle qualità nuove. Ad esempio: la partecipazione riunita dei muscoli per l'aumento della velocità d'azione di una catena biomeccanica crea le condizioni per una velocità d'azione maggiore. Cioè, preso isolatamente, il singolo elemento non possiede le stesse caratteristiche che evidenzia nel sistema; questo grazie agli effetti correlati.

Ogni elemento del sistema biomeccanico ha, oltre alla sua funzione elementare, una funzione specifica nel sistema, determinata dalle quasi infinite intercorrelazioni tra elementi e strutture tramite la struttura informativa del sistema.

Non è possibile perciò analizzare le caratteristiche funzionali di un sistema biomeccanico analizzando, una ad una, le caratteristiche dei singoli elementi. La dissezione distruggerebbe la premessa indispensabile per l'analisi della funzionalità del sistema, il suo tutt'uno.

La validità di questa cognizione fondamentale per l'analisi e la sintesi sistematica delle capacità qualitative di un atleta è ormai indiscussa.

F - I principi della regolazione, comuni nell'organismo e nella tecnica

Il processo fondamentale, (il cui decorso negli organismi viventi e nella tecnica viene determinato dagli stessi principi), è la regolazione tramite la retroazione, il cosiddetto « feedback ». Il suo principio è conosciuto nella tecnica da molto tempo. La sua funzione sta alle origini dei sistemi di controllo.

Senza retroazione non è pensabile né regolazione né automazione. Ma non soltanto questo; in fondo, anche l'azione più primitiva, il comportamento e perfino il pensiero (seppure in una forma più astratta) degli esseri viventi è determinato da un « feedback system » .

La retroazione, formandosi nella conoscenza sulla base delle informazioni relative alle condizioni dell'ambiente e degli elementi dell'organismo partecipanti all'azione, corregge l'azione (o il comportamento) in modo da adattarla a variazioni interne e esterne per raggiungere alla fine lo scopo originale.

Spesso però, quando si tratta di azioni abitudinarie, la retroazione si forma nel subcosciente con grande rapidità; l'azione appare « automatizzata », - e in un certo senso lo è infatti.

Per « condizioni dell'ambiente » o « condizioni esterne » si intende in primo luogo i fenomeni descrivibili tramite le leggi generali (della fisica ad esempio), cioè le forze (azione e reazione) ed altre componenti che agiscono sulle azioni dell'organismo o meccanismo.

Per « condizioni interne » si intende lo stato condizionale generale e specifico di tutti gli elementi e del loro insieme come sistema funzionale, valutato in funzione dell'azione da compiere.

G - La struttura del « feedback system » e le « istanze cibernetiche »

H. Frank (7), riferendosi all'origine greca del termine cibernetica, che significa « la funzione del timoniere o del pilota », spiega tramite l'esempio ormai famoso la struttura di un feedback system (fig. 4) e le « istanze cibernetiche », corrispondenti ai quattro tipi fondamentali dell'attività umana.

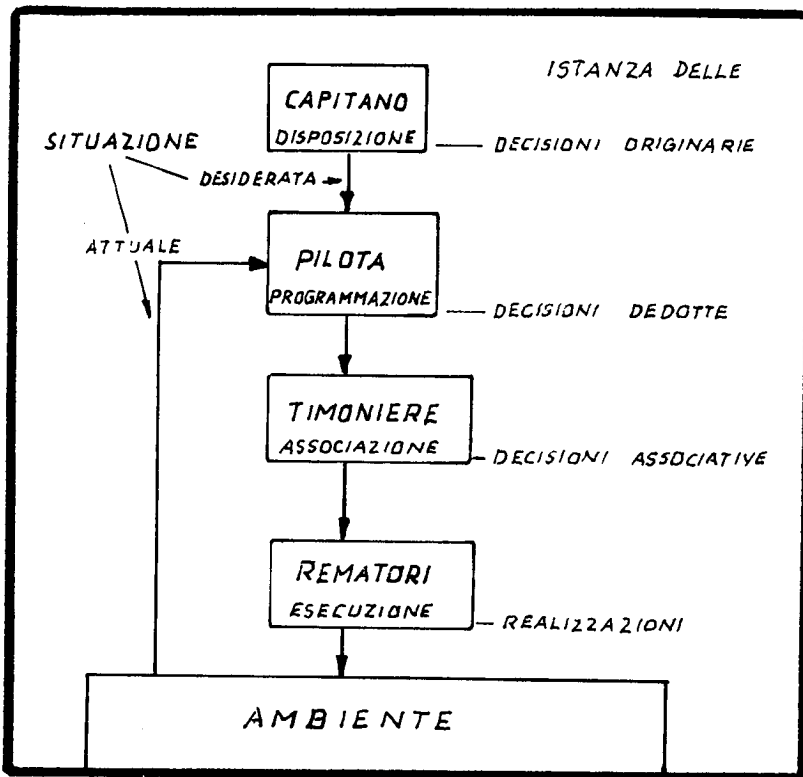


Fig. 4 - La struttura del feedback system e le 4 « istanze cibernetiche » (secondo H. Frank)

Su una barca, e questo vale in analogia per qualunque altro « sistema socio-tecnico », si può differenziare tra le quattro istanze cibernetiche seguenti:

- l'istanza della decisione originaria e primordiale.
Il capitano che determina meta e scopo del viaggio, essendo qualificato alla scelta di mete e scopi diversi.
- L'istanza delle decisioni dedotte e determinate.
Il pilota che rileva la « situazione attuale » ed elabora un programma per trasformarla in una situazione che corrisponde a quella desiderata dal capitano. Il programma viene comunicato in forma di informazioni direttive differenziate ai timonieri.
- L'istanza delle decisioni associative.
Il timoniere associa le « disposizioni di controllo » all'ordine ricevuto dal pilota; controlla cioè l'impiego dell'energia motoria per la realizzazione degli ordini del pilota.
- L'istanza della realizzazione delle decisioni.
I rematori (o i sistemi motori) che eseguono il lavoro fisico, il cui effetto dovrebbe cambiare la « situazione attuale » nel senso desiderato.

Questa struttura è decisamente gerarchica e il feedback system di questo genere rappresenta il modello di applicazione in sistemi organizzativi di tipo gerarchico. Non ci vuole tanta fantasia ad immaginarselo realizzato perfino in una società o federazione sportiva.

Dopo la breve descrizione della struttura basilare del feedback system di natura organica prima e socio-tecnica poi, sarà trattato in modo più esauriente e dettagliato il feedback system di natura ibrida, cioè organico-tecnica. Di logica conseguenza al suo deciso orientamento ad una delle forme classiche di un sistema di regolazione verrà usato da qui in avanti il termine « sistema di controllo ».

H - Il principio del sistema di controllo applicato allo sport

Grazie ai principi della cibernetica, la realizzazione di sistemi funzionali di natura organico-tecnica non è più tanto problematica. Inserire un sistema biomeccanico in un sistema di controllo tecnico come elemento controllato è più che altro un problema organizzativo: creare nella parte tecnica del sistema la struttura informativa e funzionale adeguata per il collegamento con l'elemento controllato di natura organica e la sua struttura informativa.

Il principio del sistema di controllo in genere.

Un sistema di controllo viene definito come l'insieme degli elementi interconnessi, in grado di controllare e (o) programmare determinate condizioni di un meccanismo o di un intero processo funzionale. Vengono controllate le operazioni eseguite e corrette le condizioni operative, qualora queste si discostino da quelle programmate (8).

In fig. 5 si evidenzia il funzionamento di un tale sistema di controllo. Elemento centrale è l'elemento controllato, le cui condizioni istantanee determinano l'output (il prodotto). Le condizioni istantanee vengono rilevate tramite sensori adeguati per essere confrontate con i riferimenti, cioè con segnali analoghi alle condizioni istantanee desiderate. Dalle differenze tra i segnali analoghi alle condizioni istantanee effettive e quelle desiderate, l'elemento regolativo elabora l'intervento appropriato a correggere le condizioni istantanee.

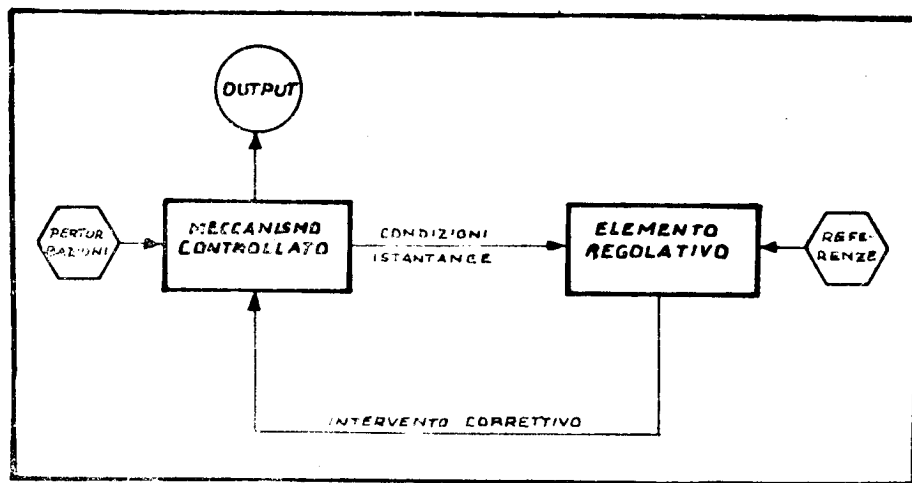


Fig. 5 - Schema di un sistema di controllo tecnico

Il caso classico dell'applicazione nello sport

Sostituendo nel sistema di controllo della fig. 5 i termini elemento controllato con atleta ed elemento regolativo con allenatore si arriva al caso classico del sistema di controllo, applicato nella pratica sportiva (fig. 6). L'output (il « prodotto »), evidentemente, consiste nelle capacità qualitative e nelle prestazioni in gara dell'atleta.

L'allenatore rileva le condizioni istantanee, cioè lo stato di forma e le qualità generali e specifiche dell'atleta, tramite le sue impressioni ed osservazioni in allenamento e in gara. Le confronta con riferimenti che consistono in primo luogo nelle sue conoscenze e qualità professionali e le relative esperienze; elabora ed applica l'intervento correttivo, cioè metodi di allenamento adeguati allo sviluppo desiderato delle condizioni istantanee dell'atleta.

Questo semplice sistema di controllo è funzionale entro limiti determinati innanzitutto dalle qualità professionali dell'allenatore. Anche se bravissimo, sarà tuttavia difficile che riunisca in sé tutte le qualità necessarie per far fronte alle esigenze attuali nello sport, specialmente in quello ad alto livello. E' praticamente da escludere che egli sia nello

stesso tempo un buon tecnico, biomeccanico, biologo, fisiologo, psicologo e così via.

Il sistema di controllo, applicabile nello sport sotto aspetti che tengono conto delle esigenze complessive della metodologia preparatoria moderna, dovrà perciò avere una struttura funzionale ed informativa ben più complessa.

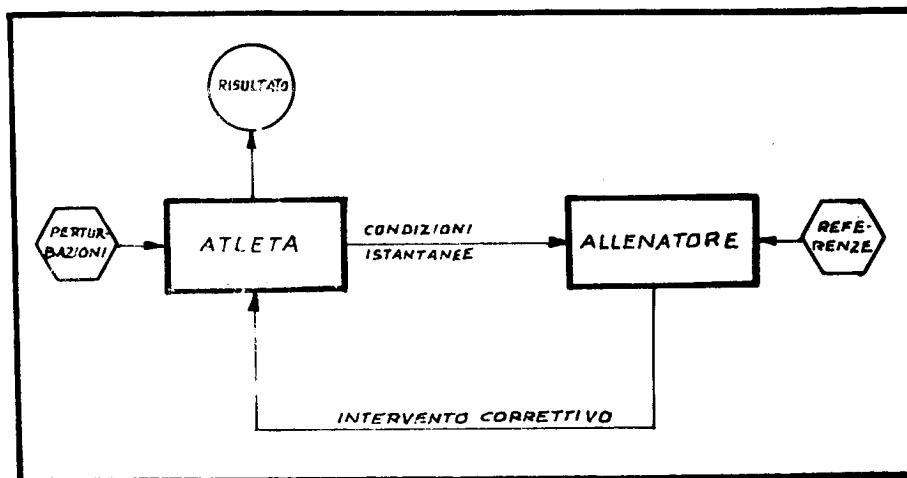


Fig. 6 - Schema del sistema di controllo basilare applicato nello sport

I - L'applicazione del sistema di controllo nello sport sotto aspetti moderni

Dalla complessità del « sistema biomeccanico » atleta risulta che anche « l'output informativo » relativo alle sue condizioni istantanee sarà a sua volta altrettanto complesso.

E' indispensabile che la struttura informativa del sistema di controllo sia adeguata alle esigenze informative del « sistema biomeccanico », sia in entrata che in uscita. Cioè, il sistema di controllo deve essere in grado di ricevere tutti i dati condizionali di diversa natura dell'atleta, elaborarli e trasmettere l'elaborato, l'intervento correttivo, in una forma adeguata all'atleta (9).

Lo schema nella fig. 7 rappresenta la struttura organizzativa e informativa basilare di un sistema di controllo applicabile sotto il profilo dei criteri di questo capitolo.

Vediamo quali sono le esigenze principali rispetto alla funzionalità del sistema e quali sono i problemi fondamentali, relativi alla sua realizzazione ed ottimazione.

Il problema numero uno è senz'altro l'adeguamento dei rilievi alla complessità del output informativo dell'atleta. I dati di natura molto diversa richiedono rilievi di natura altrettanto diversa. E' impossibile che un'unica persona possa affrontare questo problema da sola.

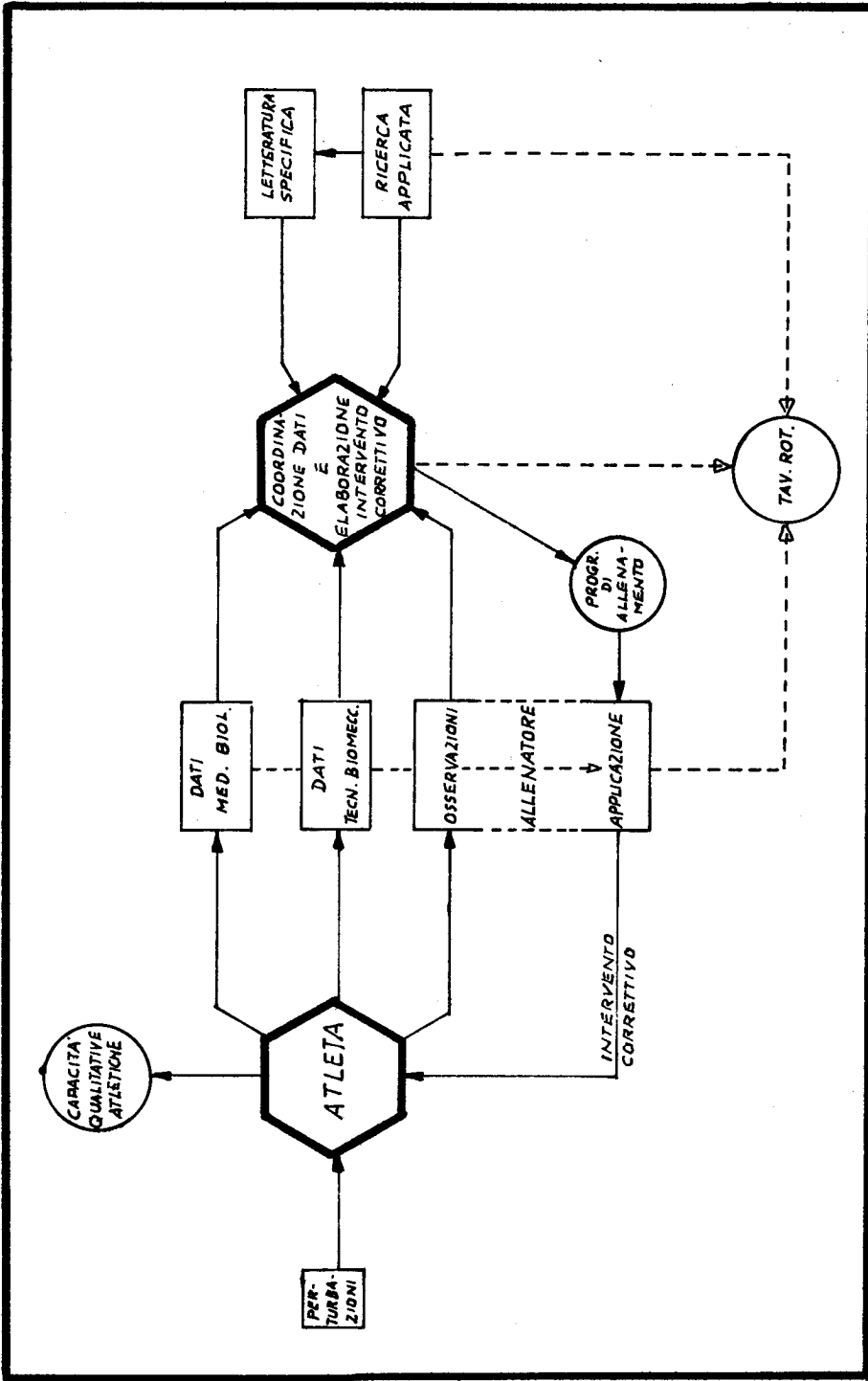


Fig. 7 - La struttura organizzativa e informativa di un sistema di controllo, applicabile nello sport sotto aspetti moderni

A parte la natura svariatissima dei dati, i diversi fattori che determinano lo stato condizionale dell'atleta hanno anche dei parametri temporali diversi, specialmente per quanto concerne il loro « tempo di risposta » ad interventi correttivi. In questo divergono inoltre a secondo dell'età, « l'età sportiva », sesso, bioritmi ecc. degli atleti.

Tutti questi fatti e fattori devono essere considerati nella determinazione di modi e metodi dei rilevamenti e la frequenza dei rilievi. E' inoltre importante non influenzare in alcun modo i dati da rilevare e il rilevamento stesso.

I dati dei rilievi vengono poi elaborati — « tradotti in informazioni di dimensione semantica » —, per l'elemento coordinativo e regolativo del sistema di controllo. Un'informazione relativa alla curva di un impulso di stacco e all'integrale, espresso in kilopondsecondi, ad esempio, serve ben poco all'elemento regolativo senza essere interpretato e trasformato da un biomeccanico in un'espressione intelligibile anche per un non specialista.

Per « elemento regolativo » si intende un raggruppamento di persone che varia nella sua composizione da sport a sport, da settore a settore, o perfino — per atleti di alto livello — da caso a caso.

L'elemento regolativo coordina le informazioni risultanti dai rilievi e li confronta con informazioni referenziali che provengono dalle relative pubblicazioni, la ricerca applicata e dall'esperienza e le capacità professionali dei componenti l'elemento regolativo stesso.

Dal confronto delle informazioni avviene l'elaborazione dell'intervento correttivo in forma di un programma di allenamento, di direttive alimentari, psicologiche ecc. L'applicazione dell'intervento correttivo in pratica spetta sempre all'allenatore, che farà parte dell'elemento regolativo per il caso del suo atleta.

In un certo senso rimane così ancora parzialmente funzionale il sistema base descritto nel capitolo H.

E' di primordiale importanza che l'atleta in un tale sistema di controllo venga sempre considerato l'elemento principale; è lui che sta in definitiva all'origine del « prodotto », della prestazione in gara, del risultato.

L'atleta viene « pilotato », per rimanere nei termini delle istanze cibernetiche, dall'elemento regolativo che passa la sua « decisione dedotta » all'allenatore, tale « istanza associativa », per l'applicazione e realizzazione in pratica.

Se, per una parziale impossibilità della realizzazione, si riducesse la complessità del sistema di controllo, togliendo l'uno o l'altro elemento, o se — per una sbagliata valutazione dell'importanza di singoli elementi — l'uno o l'altro elemento del sistema sviluppassero una funzionalità a fini non strettamente sistematici, l'intero sistema di controllo subirebbe una grave riduzione della sua funzionalità.

Nel primo caso, il flusso informativo risulterebbe parzialmente inesistente. Visto l'immensa complessità delle intercorrelazioni già nel « sistema biomeccanico » atleta, non è accettabile, ad esempio, applicare un determinato allenamento di forza se mancano poi le informa-

zioni — oltre all'aumento della forza stessa — sulle conseguenze tecniche, anatomiche, fisiologiche, psicologiche ecc.

Nel secondo caso, il flusso informativo risulterebbe deformato. Nel migliore dei casi l'entrata informativa dell'elemento regolativo dovrebbe affrontare una voluminosa « offerta » di dati unilaterali, in parte irrilevanti per la funzionalità del sistema. Nel peggiore dei casi invece l'intero sistema risulterebbe orientato alle esigenze asistematiche di un singolo elemento; ai danni della funzionalità e dello scopo originale del sistema, e con ciò — in fin dei conti — ai danni degli atleti stessi.

L'impossibilità di ottimare un sistema di controllo si affronta possibilmente sotto un aspetto che lascia intatta la struttura basilare del sistema. Cioé, si prevede nella progettazione una diminuita precisione delle informazioni; anche un dato rilevato in modo meno preciso o perfino approssimativo è pur sempre un dato reale.

La valutazione della precisione minima indispensabile nei rilievi dei diversi dati condizionali è certamente uno dei compiti più difficili per i progettisti di un sistema funzionale, causa innanzitutto le inevitabili conseguenze correlative della precisione ridotta anche di un solo tipo di dato.

Sottrarre qualche punto alla precisione dei rilievi, comunque, non ha mai delle conseguenze di una gravità paragonabili a quelle inevitabili nei casi di riduzione strutturale o deformazione asistematica di un sistema di controllo.

K - Le difficoltà fondamentali nell'ottimazione di sistemi funzionali

Nell'ottimazione di sistemi funzionali si incontrano sempre dei fattori che disturbano la struttura logica del sistema stesso. Almeno quattro tra essi sono di particolare importanza:

- a) la mancanza di « trasparenza » degli avvenimenti e processi di carattere scientifico-tecnico;
- b) la mancanza di potere per la realizzazione di soluzioni ottimali;
- c) la concorrenza tra sistemi e criteri valutativi diversi;
- d) la « distorsione » prospettiva della responsabilità.

— *La mancanza di « trasparenza »*

Oggigiorno i sistemi tecnici, economici e politici sono altamente complessi e caratterizzati da intrecci ed intercorrelazioni tra loro non tanto chiari. Sotto questo aspetto diventa quasi impossibile valutare, in modo veramente reale, le funzioni specifiche di tutti gli elementi di un sistema funzionale con tutte le sue intercorrelazioni complessive e con tutte le sue conseguenze; come è difficilissimo d'altra parte stimare con esattezza l'influenza di fattori esterni sul funzionamento del sistema e viceversa.

— *La mancanza di potere*

Pur ritenendo ottimali determinati modi e metodi per l'ottimizzazione della funzionalità di un sistema, spesso non si è in grado di applicarli per forza di fattori esterni che sovente non stanno nemmeno in relazione con il sistema stesso.

— *La concorrenza tra sistemi valutativi diversi*

Per l'ottimizzazione di un sistema funzionale si intende in genere l'applicazione di un unico sistema valutativo. In realtà però si deve tener conto di un numero assai grande di sistemi valutativi diversi, con altrettanti punti di vista, sotto i quali l'ottimizzazione della funzionalità di un sistema appare ugualmente realizzabile. Alla categoria « concorrenza tra sistemi valutativi diversi » appartiene, caso mai, anche la eventuale situazione di conflitto personale (vantaggi personali, carriera o perfino l'esistenza) che potrebbe avere la sua influenza sul proprio sistema valutativo.

— *La « distorsione » prospettiva della responsabilità*

Dall'abituale intreccio tra funzioni tecniche, economiche e politiche risulta che il responsabile non può avere la stessa necessaria influenza su tutti i fattori codeterminati, come sarà difficile inoltre che possa analizzare tutte le conseguenze di natura tanto diversa senza commettere i minimi errori. Perfino il genio ha una logica limitazione quantitativa della sua conoscenza.

BIBLIOGRAFIA

- (1) WIENER, N: *Cybernetics* (1948).
- (2) COUFFIGNAL, L: *Notions de base* (1962).
- (3) STEINBUCH, K: *Mensch, Technik, Zukunft* (1971).
- (4) SEIFFERT, H: *Information über die Information* (1968).
- (5) STEINBUCH, K: *Automat und Mensch* (1965).
- (6) DONSKOI, D.D: *Grundlagen der Biomechanik* (1975).
- (7) FRANK, H: *Kybernetik* (1965).
- (8) HENNEY, K. e FAHNESTOCK, J.D: *Manuale di elettronica industriale* (1962).
- (9) BEULKE, H: *La metodologia scientifico-tecnica nello sport (atleticastudi 1975)*.