

IL SISTEMA TAUMUS TAU2

P. GROSSI

*Conservatorio di Firenze*

Un'importante realizzazione del gruppo di lavoro pisano è costituita dal sistema TAUMUS-TAU2, un complesso di apparecchiature elettroniche (hardware) e di programmi per computer (software), che consente la memorizzazione, composizione, rielaborazione ed esecuzione in tempo reale di brani musicali.

Il sistema, basato sul metodo ibrido (cioè in parte digitale e in parte analogico), fa uso, per la sintesi del suono, di un terminale audio appositamente progettato e costruito negli anni '74-'75 all'IEI, il TAU2 e, per l'elaborazione musicale, del programma TAUMUS, residente sul sistema IBM 370/168 del CNUCE.

IL TAU2 può esser visto come lo strumento musicale sul quale vengono eseguite le strutture sonore elaborate tramite il TAUMUS; il TAUMUS, a sua volta crea, manipola, brani musicali sulla base di istruzioni o comandi assegnati dall'utente mediante la tastiera alfanumerica del terminale (scrivente o video) collegato all'elaboratore.

#### IL TERMINALE AUDIO TAU2

Il TAU2 è uno strumento polifonico, politimbrico e che esegue musica in tempo reale sotto il controllo di un elaboratore del tipo generale.

Il TAU2 è composto da un'unità di interfaccia e di controllo interamente digitale, che riceve dall'elaboratore le istruzioni musicali contenenti i parametri acustici e scambia con esso i comandi necessari alla corretta trasmissione dei dati musicali, e da un'unità digitale-analogica (unità audio) che produce i segnali in banda audio in base alla codifica binaria dei parametri fornita in sequenza dall'unità di controllo.

Elenchiamo brevemente le prestazioni musicali del terminale tralasciando le altre caratteristiche operative.

I segnali audio sono ottenuti sommando un certo numero di segnali sinusoidali con frequenza in rapporto armonico con la fondamentale e con ampiezze regolabili dinamicamente e individualmente tramite le apposite istruzioni musicali del programma TAUMUS e che contengono in ordine opportuno i parametri:

- frequenza fondamentale delle note da emettere (F)
- ampiezza delle componenti armoniche (A)
- Intensità dei suoni (I)
- durata dei suoni (D)
- effetti speciali dei suoni (ES)

Il TAU2 dispone di una gamma di 324 frequenze comprese fra 32,4 e 16,425 Hertz (9 ottave) il cui rapporto intervallare di base è di 1/6 di tono temperato, sufficiente a provare all'ascolto una sensazione quasi continua della variazione del tono.

Le durate dei suoni sono regolabili via software a multipli di 10ms e via Hardware si possono ridurre a multipli di 1ms tramite un regolare manuale posto sul pannello di comando del TAU2.

Per simulare l'effetto di differenti sorgenti distribuite nello spazio il TAU2 genera suoni su tre canali distinti e simultaneamente.

Da ogni canale si possono emettere fino a quattro note contemporaneamente, ciascuna corredata automaticamente delle prime sette armoniche (28 segnali distinti messi insieme per canale).

La forma d'onda di ciascun canale può essere definita tramite apposita istruzione detta timbro, controllando l'ampiezza di ciascuna formante entro sette livelli di ampiezza, con una dinamica di 27db.

Il volume generale del canale è regolabile anch'esso tramite software entro 15 livelli d'intensità (29dB).

Considerando le dinamiche possibili per i suddetti parametri si possono ottenere complessivamente  $2^{21}$  combinazioni spettrali per canale e con opportune successioni dalle quali si ottengono numerosi timbri diversi e in una qualsiasi successione durante l'esecuzione dello stesso brano. Analogamente, agendo sui canali di intensità di canale, si possono ottenere modulazioni degli sviluppi del suono. La scelta dei timbri (successione distribuzione timbro) e la forma degli involucri (evoluzione delle intensità) può essere fatta fra alcuni modelli precedentemente memorizzati in archivio del TAUMUS,

oppure è lasciata alla facoltà dell'utente (compositore la ricerca e la programmazione delle forme d'onda che ritiene più adatte per il suo brano.

#### BREVE NOTA SUL TAU2

Il progetto e la realizzazione del TAU2 risalgono agli anni '73-'74-'75.

Le caratteristiche strutturali e operative del TAU2 furono scelte tenendo conto dei componenti disponibili in quell'epoca e con l'obiettivo di ottenere l'esecuzione automatica di brani polifonici in tempo reale con un ridotto valore del tempo di calcolo dell'elaboratore, così da poter svolgere esperienze di musicologia, didattica, produzione di computer music nella maniera più economica, agevole, immediata possibile.

Tra l'altro fu deciso di non scegliere fra gli obiettivi, quello dell'imitazione di strumenti o sintetizzatori di tipo tradizionale o di sperimentazione di nuovi modelli di sintesi, ma l'impegno fu rivolto verso l'acquisizione di un'estesa gamma di valori dei parametri acustici e la loro completa programmabilità via software. Perciò fu adottato il principio della semplice sintesi additiva armonica a componenti sinusoidali.

Mediante originali soluzioni circuitali dell'unità audio e grazie all'interfacciamento con il computer mediante una memoria tampone e una opportuna organizzazione dell'unità di controllo si sono potute ottenere interessanti prestazioni quali:

- sintesi armonica a spettri variabili a brevi intervalli di tempo
- segnali audio con modulazioni complesse in modo pressoché ininterrotto per brani di lunghezza qualsiasi.
- esecuzione di un numero di note sufficiente per produrre brani musicali polifonici senza ricorrere all'uso del "playback.
- esecuzione di musica indipendentemente dalla velocità di arrivo dei comandi dall'elaboratore, che può essere così utilizzato da altri utenti.
- rapporto fra tempo di calcolo e tempo di esecuzione della musica che è mantenuto nei limiti di qualche secondo di elaborazione (anche complessa) per un minuto di musica eseguita dal TAU2. Per questi due ultimi requisiti

specialmente, l'uso del TAU2 è tuttora valido in quanto consente lo sfruttamento in tempo reale delle ampie risorse del sistema 370/168 del CNUCE (per esempio dell'archivio e del "teleprocessing") cui il terminale è attualmente collegato come una qualunque periferica di uscita.

## IL PROGRAMMA TAUMUS

Il TAUMUS è un programma attualmente residente sul sistema IBM370/168, che interpreta ed esegue le istruzioni, o comandi, assegnati di volta in volta dall'utente tramite un terminale (video o scrivente) collegato al sistema. Le funzioni principali che l'utente può esplicare per mezzo dei comandi del TAUMUS sono tre: composizione, rielaborazione, gestione dell'archivio di brani. Per poter svolgere queste funzioni il TAUMUS è stato dotato di due principali zone di memoria: l'area operativa e l'archivio. L'area operativa è la sede di tutte le elaborazioni del materiale sonoro; essa può contenere brani fino a 12 voci (come è permesso dalla struttura del TAU2) a un massimo (attualmente) di 2000 suoni per voce. Il materiale sonoro contenuto nell'area operativa, dopo aver subito eventuali rielaborazioni può venire indirizzato all'archivio per la conservazione definitiva e/o al TAU2 per l'esecuzione. Il richiamo di un brano dall'archivio all'area operativa o la composizione di un brano (che avviene direttamente in area operativa) può provare o meno (a discrezione dell'utente) la cancellazione del contenuto precedente dell'area.

L'archivio può contenere brani per un totale di circa tre milioni di suoni, ma tale limite è facilmente superabile mediante supporti periferici del computer come nastri o dischi (memorie di massa).

Attualmente l'archivio contiene più di mille testi fra brani di ogni epoca e stile, modelli timbrici da impiegare in processi di modulazione del suono ed esperimenti di varia natura, e rappresenta, per dimensioni e modalità d'impiego, un esempio probabilmente unico nel suo genere.

I comandi dal TAUMUS possono essere visti come un insieme di strumenti per il trattamento dell'informazione contenuta nell'area operativa e nell'archivio, e per il suo trasferimento.

I comandi per la composizione di strutture sonore permettono la realizza-

zione di esse secondo due differenti criteri. In un caso (assegnazione testo) è possibile codificare e memorizzare in archivio brani dal testo completamente definito (ad esempio partiture classiche); nell'altro caso autogenerazione) le strutture sonore vengono generate automaticamente dal programma sulla base di processi di generazione di numeri casuali che possono venire controllati dall'utente a vari livelli.

I comandi di rielaborazione consentono all'utente di apportare modifiche sul materiale sonoro contenuto nell'area operativa, sia esso il frutto di precedenti operazione di composizione o di prelevamento diretto dall'archivio. Possono venir modificati in vario modo i valori dei parametri acustici delle note del brano (timbri, frequenze, durate, volumi), e il loro ordine.

I comandi di gestione dell'archivio mettono l'utente del TAUMUS in condizione di manipolare i brani archiviati e di inviarli all'area operativa in vari modi. E' possibile ad esempio cancellare brani, caricarne nell'area operativa più di uno in sequenza, o caricare in sovrapposizione singole voci da brani diversi, e così via.

E' poi possibile utilizzare tale funzione in modo automatico. Con opportuni comandi, infatti, l'utente può dare il via alla esecuzione di una serie prescelta di brani che il programma preleva in ordine casuale dall'archivio; l'esecuzione di ogni brano viene fatta seguire da un certo numero di variazioni le quali vengono realizzate dal programma utilizzando, sempre in modo casuale, le procedure dei comandi di rielaborazione. In questo modo il TAUMUS simula l'operato di un utente che, ininterrottamente, sceglie brani di archivio, li modifica in vario modo e li esegue.

DISCOGRAFIA PIETRO GROSSI.

Computer Music - FONOS TNC 30001/2 (album doppio)

Dimostrazione al terminale - Preludio II (Bach) - Sei Canoni (Bach) - Virtuosità - Combinatoria - Polifonia - Monodia - Unending Music.

Computer Music - CNUCE-CNR (album doppio)

Toccata per clavicembalo (Paradisi) - Suite in sol maggiore per violoncello (Bach) - 5 sonate per clavicembalo (Scarlatti) - Sonata con variazioni per clavicembalo (Scarlatti) - Sonata op. 25, n. 3 (Hindemith) - Algoritmi - 3 capricci per violoncello (Piatti) - 5 studi per violino (Dont) - 12 capricci per violino (Paganini) - Octofonia (Milani).

Computer Music - CNUCE-CNR e IEL-CNR (album doppio)

Contrappunto 5 dall'Arte delle Fuga (Bach) - Der Mond ist Aufgegangen (Mayr) - TAUMUS-Musikalischer Spass (Rampazzi) - 3 mappe (Bolognesi) - Aegror (Belfiore) - Contrappunto o dall'Arte della Fuga (Bach) - Bourrée da 'Water Music' (Haendel) - Sonata in mi magg. (Scarlatti) - Il cigno (Saint-Saens) - Studio 5 (Chopin) - Preludio (Debussy) - Change of tune da 'Mikrokosmos' (Bartok) - Trio Satz (Webern) - preludio 3 (Gershwin) - Tema e variazioni - da 'Variazioni sopra un tema di Haydn' - Il volo del calabrone (Rimsky-Korsakov) - Improvvisazione 1 - Galop da il ballo 'Excelsior' (Marenco).

Computer music - AYMA Records ABL 30/1 e 30/2 (album doppio)

L'arte della fuga (Bach) - L'offerta musicale (Bach).