

Introduzione ai DSP

DSP (Digital Signal Processor) sono processori specializzati nel trattamento dei segnali digitali. Generalmente, i segnali digitali che si elaborano arrivano da una sequenza di campionamenti di un segnale analogico, acquisito mediante i sensori adatti, e trasformato in digitale tramite i convertitori AD. I DSP sono simili ai microprocessori e ai microcontroller, però il loro progetto è orientato verso la risoluzione degli algoritmi fondamentali che supportano un esteso campo di applicazioni, acquisendo sempre più importanza. Nella tabella della figura sono riportati alcuni algoritmi tipici per DSP e i settori di applicazione a cui sono destinati.

Tabella con alcuni algoritmi tipici per DSP e loro corrispondenti campi di applicazione.

| ALGORITMI DSP | CAMPI DI APPLICAZIONE |
|---|--|
| Codificazione/Decodificazione di voce | Telefonia Digitale mobile e multimedia |
| Riconoscimento della Parola | Interfaccia con l'utente, robotica |
| Sintesi della Parola | PC multimediali, interfaccia avanzate |
| Equazioni Audio | Audio professionale e di consumo |
| Visione | Sicurezza, PC multimediali, robotica |
| Compressione Decompressione immagini | Fotografia digitale, video |
| Cancellazione di ECO | Altoparlanti e modem |
| Valutazioni Spettrali | Radar, Sonar, Audio |

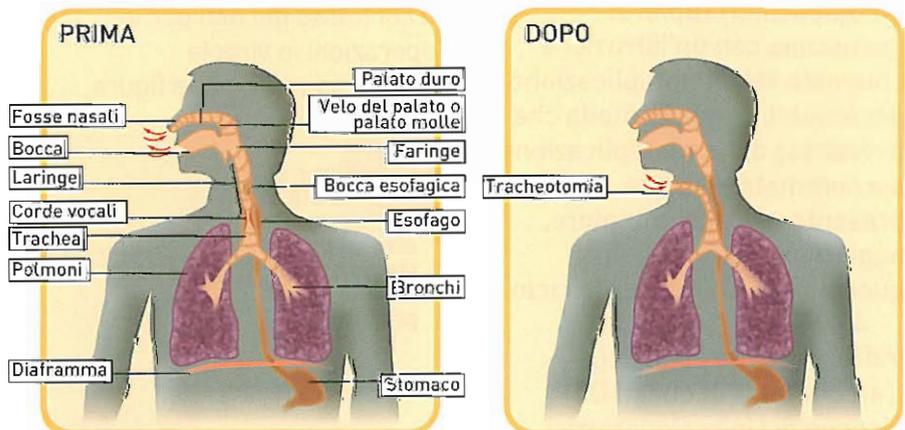
Un esempio di applicazione dei DSP

Nel Dipartimento di Architettura dei Computer dell'Università di Deusto a Bilbao, si sta sviluppando un progetto di ricerca che tende a semplificare la comunicazione tramite il telefono delle persone laringectomizzate, in poche parole per chi ha subito l'asportazione della laringe. Queste persone invece di pronunciare le parole utilizzando la laringe, lo fanno con l'esofago, mediante la circolazione di aria tramite il foro che hanno in gola, come si può vedere nella figura. Nell'operazione di laringectomia totale vengono asportate la laringe, le corde vocali,

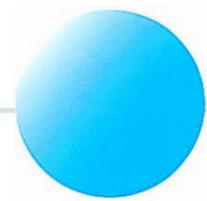
l'epiglottide e le cartilagini che circondano la laringe. Questi elementi sono fondamentali nella generazione della parola e fanno parte dell'apparato fonetico.

Il progetto si basa sull'analisi comparativa di numerose registrazioni di fonemi e di parole pronunciate da persone senza laringe e da persone normali. Per rendere simili entrambi i tipi di voce, vengono raccolte

abbondanti informazioni sui componenti che configurano i segnali direttamente vincolati ai fonemi e ai rumori generati involontariamente, come conseguenza della nuova struttura organica provocata dall'intervento. Si sviluppano e si provano differenti algoritmi con i quali si filtrano, si ricompongono e si enfatizzano gli elementi validi per avvicinare gli spettrogrammi



Prima e dopo un intervento di laringectomia totale.



di una voce esofagica e quelli di una voce generata da una laringe. Gli algoritmi di trasformazione dei segnali acustici, hanno bisogno di un'impressionante potenza di calcolo e di una elevata velocità per ottenere dei risultati validi in tempo reale. Per risolvere il trattamento matematico di questi segnali è necessario un processore specializzato, cioè, un DSP.

5^a. Supporto per la manipolazione di cicli negli algoritmi DSP ed elaborazione veloce delle istruzioni dedicate alle operazioni di ingresso e uscita.

6^a. Interfaccia di adattamento per periferiche e I/O. Di solito sono integrate all'interno del chip per ottenere un progetto con un costo minimo.

Prestazioni comuni nei DSP

1^a. Architettura di memoria ad accesso multiplo. Può essere di tipo Harvard, modificata con una memoria per le istruzioni e due o più per i dati, che permettono la lettura di un'istruzione e diversi dati per ogni ciclo d'istruzione.

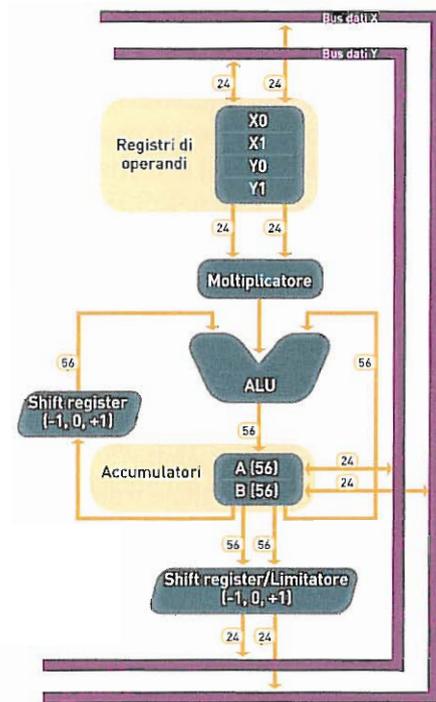
2^a. Moltiplicatore rapido. Necessario per supportare la maggioranza degli algoritmi DSP (filtri, trasformate, ecc.), che richiedono di effettuare molte operazioni basate sulla somma di prodotti.

3^a. Registri accumulatori di alta precisione. moltiplicatori rapidi si combinano con un'istruzione chiamata MAC (Moltiplicazione e accumulo), che fa in modo che il risultato della moltiplicazione sia sommato al valore presente nell'accumulatore, aggiornando il valore di questo registro in un solo ciclo.

4^a. Modi di indirizzamento specifici. architettura di questi DSP dispone di Unità Generatrici di Indirizzi (AGU) che permettono la gestione di vettori buffer FIFO nella memoria.

Il flusso dei dati

Normalmente i DSP utilizzano rappresentazioni numeriche a virgola fissa (16, 20 e 24 bit) e in virgola mobile con 32 bit, secondo lo standard IEEE754 o altri simili. Nel flusso dei dati il moltiplicatore rapido è il componente di maggiore importanza, perché circa la metà dei programmi per DSP utilizzano la moltiplicazione. È in grado di realizzare una moltiplicazione in un ciclo. Inoltre, l'operazione di solito ha bisogno di una struttura di "moltiplicatore integratore con sommatore o accumulatore (MAC)", che è specializzata nella somma di prodotti, come succede con il modello DSP6500X di Motorola, il cui flusso dei dati per le operazioni in virgola fissa è riportato nella figura.



Flusso dei dati per numeri con virgola fissa del DSP5600X di Motorola.

L'architettura interna del flusso dei dati dei DSP si adatta agli algoritmi classici, che richiedono un grande movimento di dati fra la CPU e la memoria, combinati con la somma di prodotti, come si può vedere nella figura; essa riporta un filtro di risposta finita FIR, che ha bisogno di quattro accessi in ogni stadio: Fetch, leggere D, leggere C e scrivere di nuovo D.

L'algoritmo di un filtro FIR richiede quattro accessi per stadio e la somma dei prodotti.

