

UN ENGINE AVANZATO E A BASSA DISSIPAZIONE PER DISPOSITIVI AUDIO DIGITALI

Steve Leibson
Tensilica

Con l'aggiunta di istruzioni specifiche per la parte audio, un processore configurabile come il core Xtensa LX di Tensilica può costituire una piattaforma efficiente dal punto di vista delle prestazioni e dei consumi per la creazione di prodotti audio digitali

Tutti i tipi di media - dalla musica alla televisione, al video, alla fotografia - sono già completamente digitali o si stanno convertendo ai formati di natura digitale. Nel giro di pochi anni vi saranno solamente media di tipo digitale. Tutti coloro che operano nel mondo dell'elettronica devono affrontare i problemi legati allo sviluppo di engine capaci di effettuare la conversione tra questi formati digitali e rendere disponibili suoni e immagini agli utilizzatori di questi media.

La tecnologia audio è stata la prima a essere completamente digitalizzata. I sistemi audio odierni devono supportare un gran numero di formati audio digitali, da quelli più datati ai più recenti e avanzati. Nel momento in cui i formati diventano più evoluti, aumenta la loro complessità in quanto essi tentano di produrre suoni sempre migliori utiliz-

zando un numero via via minore di bit. A causa del gran numero di formati audio digitali - tra cui MP3, AC3, AAC, WMA e i vari codec (codificatori/decodificatori) impiegati nei telefoni mobili - la conversione audio digitale richiede la presenza di una sorta di processore programmabile via firmware. La conversione da un formato all'altro e tra i diversi formati è semplicemente troppo complessa per essere effettuata mediante hardware dedicato.

Per gestire l'audio digitale sono stati utilizzati parecchi tipi di processori programmabili. Sui PC viene solitamente impiegata una CPU general purpose a 32 o 64 bit per la parte audio in quanto già disponibile a bordo. Queste CPU, in grado di operare a frequenze di vari GHz, dispongono dell'ampiezza di banda necessaria per la gestione della sezione audio, a fronte di costi elevati e dissipa-

zioni dell'ordine delle decine di Watt, fattori questi che le rendono inadatte all'impiego in dispositivi a basso costo alimentati a batteria.

In parecchi dispositivi consumer si ricorre a DSP (Digital Signal Processor) economici e a basso consumo per la realizzazione di codec audio digitali. I DSP a basso costo sono di solito dispositivi a 16 bit, che non dispongono del livello di risoluzione necessaria per effettuare in maniera accurata i complessi calcoli richiesti dai codec audio avanzati su dati audio a 16 bit, per non parlare dei formati audio a 20 bit.

Oltre a ciò, i DSP non dispongono delle istruzioni e degli I/O necessari per eseguire i compiti di controllo richiesti dai vari media per cui molto spesso vengono abbinati a un processore di controllo. Di conseguenza, anche i semplici lettori audio basati su DSP devono essere rea-

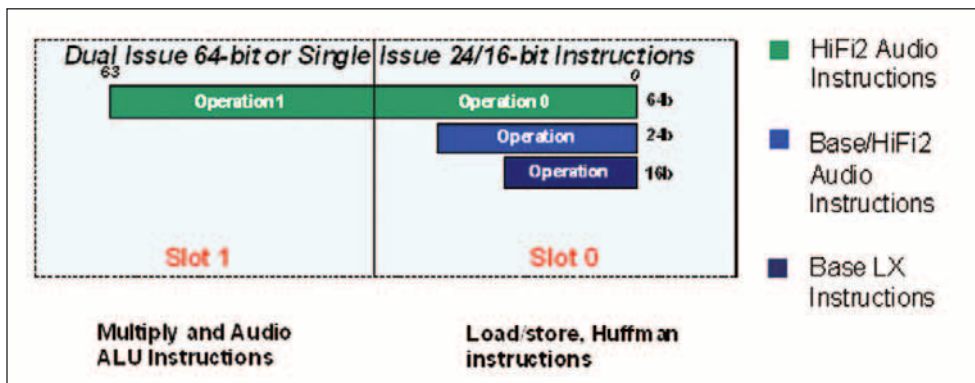


Fig. 1 - L'architettura HiFi 2 Audio Engine prevede la presenza di istruzioni a 24 bit e istruzioni FLIX (Flexible-Lenght Instruction eXtension) a 64 bit in grado di eseguire due operazioni indipendenti in una istruzione

lizzati sfruttando un'architettura a doppio processore: ciò comporta una maggiore complicazione a livello di design e un aumento della possibilità di introdurre errori progettuali.

I vantaggi dei processori configurabili

L'impiego di core processori configurabili permette di realizzare un processore audio che abbinò le elevate prestazioni e i bassi livelli di dissipazione propri dei DSP alle capacità di controllo tipiche dei processori general purpose. Un esempio di processore di questo tipo è Xtensa HiFi Audio Engine di Tensilica: questo dispositivo è basato su un processore Xtensa V a 32 bit opportunamente potenziato con istruzioni audio specifiche a 24 bit. Questo processore è già stato utilizzato per la realizzazione di svariati prodotti tra cui telefoni mobili, lettori audio portatili, camcorder, fotocamere digitali e riproduttori video per uso personale.

Lo sviluppo da parte di Tensilica del processore configurabile Xtensa LX ha reso possibile l'apporto di ulteriori migliorie all'HiFi Audio Engine originale con l'introduzione di un processore audio dotato di maggiori potenzialità denominato Xtensa HiFi 2 Audio Engine che richiede meno ampiezza di banda di elaborazione (quindi meno

potenza ed energia) per far girare codec audio digitali sempre più complessi. Il processore Xtensa LX integra alcune caratteristiche di natura configurabile che hanno consentito l'apporto di tali migliorie.

Più in dettaglio Xtensa LX dispone di una funzionalità denominata FLIX (Flexible Lenght Instruction eXtension) che consente al processore di mischiare istruzioni custom di ampie dimensioni con quelle a 16 e 24 bit presenti nel set di istruzioni del processore stesso. Ciascuna istruzione in formato FLIX può contenere più operazioni indipendenti codificate in appositi "slot" presenti in ciascuna parola di istruzione di ampie dimensioni (ovvero a 64 bit).

Le estensioni di Xtensa HiFi 2 Audio Engine comprendono un insieme formato da oltre 300 istruzioni DSP specifiche per la parte audio tra cui MAC (Multiply/Accumulate) a 24 bit e istruzioni per la codifica dello stream che contribuiscono a ridurre sensibilmente i cicli di elaborazione necessari per l'implementazione delle più complesse funzioni di codifica/decodifica audio.

Alcune di queste nuove istruzioni specifiche per la parte audio sono a 24 bit, mentre altre sono in formato FLIX a 64 bit (Fig. 1). Queste ultime nell'HiFi 2 Audio Engine dispongono di due slot per le operazioni. Tutte le estensioni

delle istruzioni di HiFi 2 Audio Engine possono essere utilizzate direttamente dal compilatore prodotto simultaneamente con il processore dall'Xtensa Processor Generator automatizzato di Tensilica.

Le estensioni HiFi 2 Audio Engine hanno comportato l'aggiunta di componenti hardware al processore Xtensa LX (Fig. 2), tra cui due unità MAC. Ciascuna di esse può effettuare moltiplicazioni a 24 x 24 bit e a 32 x 16 bit ed entrambe operano in modalità pipeline in modo da produrre un nuovo risultato ad ogni ciclo di clock. Altri componenti hardware aggiuntivi sono codificatori e decodificatore Huffman, un processore per i bit stream e due register file dimensionati per la gestione dei dati audio a 24 bit. Uno di questi file di register è composto da otto register a 48 bit (ciascun registro contiene due valori a 24 bit) mentre l'altro è formato da quattro register a 56 bit che ospita i risultati in precisione estesa generati dalle due unità MAC.

Prestazioni avanzate e consumi ridotti

I risultati, a livello di prestazioni, ottenuti dai codec audio digitali eseguiti sull'architettura Xtensa HiFi 2 Audio Engine indicano che un progetto di questo tipo è in grado di supportare codec

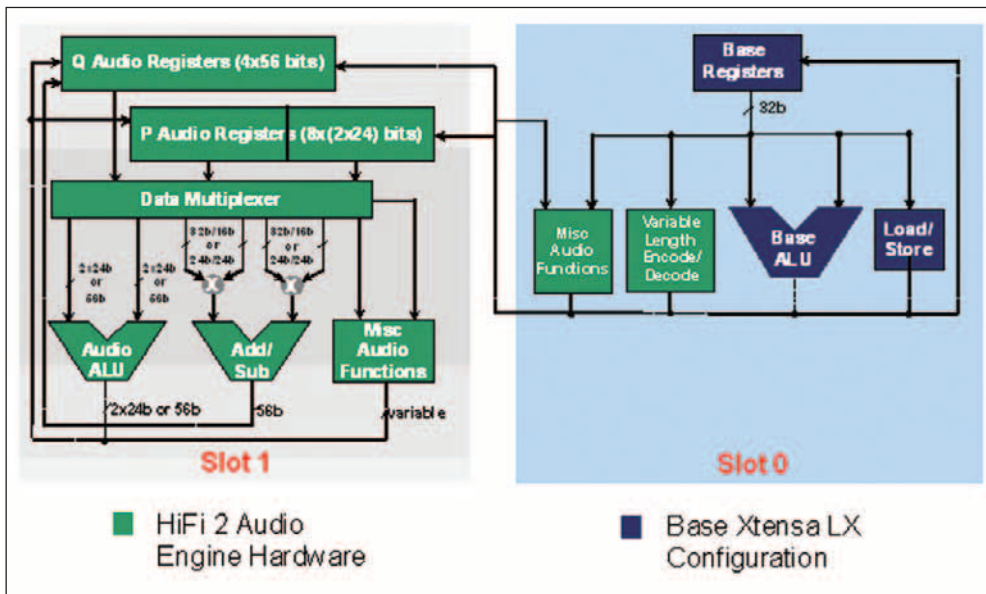


Fig. 2 - Le componenti hardware aggiunte al processore Xtensa LX dalle estensioni HiFi 2 Audio Engine comprendono 2 unità MAC, codificatore e decodificatore Huffman, un processore per i bit stream e due register file dimensionati per la gestione dei dati audio a 24 bit.

di elevato livello qualitativo utilizzando una porzione estremamente ridotta dell'ampiezza di banda del processore. Per esempio un decodificatore MP3 che riproduce musica memorizzata nel formato stereo 48 kHz/128 kbps richiederà un'ampiezza di banda del processore di 13 - 15 MHz. Il codificatore MP3, dal canto suo, necessita solamente di un'ampiezza di banda del processore di 38-40 MHz a parità di velocità di trasferimento dei bit. Prestazioni del tutto paragonabili sono state ottenute con un codificatore/decodificatore AAC-LC e con un decodificatore WMA.

Il processore Xtensa LX ricorre in misura maggiore rispetto a Xtensa V a operazioni di clock gating (comando del clock) al fine di ridurre la dissipazione di potenza. Tale caratteristica, abbinata alle basse velocità di clock necessarie all'implementazione di codec audio digitali sull'architettura Xtensa HiFi 2 Audio Engine, permette di realizzare un processore audio estremamente efficiente dal punto di vista energetico. Il processore Xtensa LX con le estensioni Xtensa HiFi 2 Audio Engine realizzato da TSMC con processo da 130 nm LV consuma solamente 91 $\mu\text{W}/\text{MHz}$, contro i

207 $\mu\text{W}/\text{MHz}$ dell'HiFi Audio Engine originale basato sul processore Xtensa V. Quando fa girare un codificatore AAC-LC, HiFi 2 Audio Engine può operare a 38 MHz, contro gli 85 MHz di Xtensa HiFi Audio Engine. Di conseguenza, HiFi 2 Audio Engine dissipa solamente 3,5 mW, mentre la dissipazione di HiFi Audio Engine è di 17,6 mW per l'espletamento del medesimo compito (ovvero cinque volte superiore). Con l'architettura Xtensa HiFi 2 Audio Engine Tensilica è stata in grado di ottenere miglioramenti in tre aree rispetto a Xtensa HiFi Audio Engine, che è stato in ogni caso un prodotto di grande successo. In primo luogo la riduzione la quantità di ampiezza di banda del processore necessaria per l'implementazione di codec audio digitali avanzati. Di conseguenza anche la potenza operativa necessaria per far girare questi codec audio digitali ha subito una drastica riduzione. Riduzione ulteriormente accentuata dal massiccio utilizzo di operazioni di clock gating. Infine l'architettura Xtensa HiFi 2 Audio Engine basata sul processore Xtensa LX richiede un minor numero di gate per l'implementazione rispetto a quelli necessari a

Xtensa HiFi Audio Engine originale basato sul processore Xtensa V: la diminuzione è dell'ordine del 20% nel momento in cui il processore viene sintetizzato per operare a una frequenza di clock di 200 MHz.

In ultima analisi, con l'aggiunta di istruzioni specifiche per la parte audio, un processore configurabile come il core Xtensa LX di Tensilica può costituire piattaforma efficiente dal punto di vista delle prestazioni e dei consumi per la creazione di prodotti audio digitali. Tale piattaforma può far girare più codec audio - anche simultaneamente se necessario - ed effettuare tutti i compiti di controllo che non è possibile eseguire con i DSP tradizionali. Senza dimenticare che Xtensa HiFi 2 Audio Engine permette di ottenere le prestazioni desiderate a costi contenuti e a velocità di clock ridotte - con conseguente diminuzione dei consumi - rispetto a una CPU di tipo general purpose. 

Tensilica
readerservice.it n. 1