

UNELE ASPECTE PRIVIND INTERCONECTAREA PROCESOARELOR DIGITALE DE SEMNAL IN SISTEME MULTIPROCESOR

Radu Arsinte

Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, Facultatea de Electronică și Telecomunicații
tel.064-195699 fax.064-193148 E-mail: Radu.Arsinte@com.utcluj.ro

Abstract

Efficient DSP interconnection is a major topic in many high performance applications. The paper explores some theoretical and technical knowledge of this important aspect of multiprocessing systems, based on DSP chips. Topics as MC - microcontroller like interconnection or MP-microprocessor like interconnection are explored and described. In the second part are presented some aspects of a practical multiprocessing system, implemented with two fixed point DSP based processing boards.

Keywords: Multiprocessing, DSP Interconnection, Serial and Parallel Buses

1. Introducere

Complexitatea aplicațiilor bazate pe structuri de calcul a crescut continuu în ultimele decenii de dezvoltare a tehnologiei. Una din soluțiile de sporire a performanțelor, pe lângă continua perfecționare a arhitecturilor monoprocesor, a fost realizarea structurilor multiprocesor. Dezvoltarea de arhitecturi performante, de tipul celor bazate pe multiprocesare s-a izbit de probleme practice, una dintre cele mai spinoase fiind interconectarea sistemelor independente pentru a forma, în modul cel mai eficient, o structură multiprocesor.

În vreme ce în sistemele multiprocesor integrate problema interconectării se poate rezolva intern destul de elegant prin folosirea matricilor de comutare (de exemplu TMS320C6xxx, sau TMS320C8x), în sisteme multiprocesor la nivel de placă problemele de interconectare sunt de cea mai mare dificultate și importanță, evitarea complicațiilor fiind primordială.

Arhitecturile multiprocesor ce pot fi încadrate în clasa sistemelor de tip MTMD, sunt în

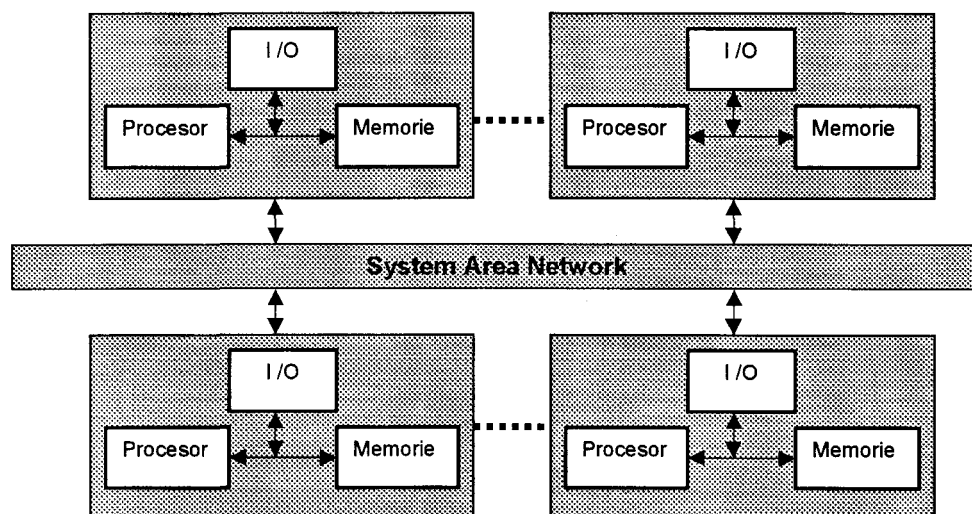


Fig. 1. Schema bloc a unui sistem multiprocesor

general realizate utilizând procesoare DSP de uz general, fiind utilizate în cazul în care problema abordată nu poate fi rezolvată eficient într-un sistem uniprocessor.

Un sistem multiprocesor poate fi reprezentat ca în figura de mai jos sub forma unui bloc alcătuit prin interconectarea, prin intermediul unei "rețele", denumită SAN (System Area Network) a mai multor unități centrale. Un sistem, cum este cel prezentat mai sus, aparține în general uneia din categoriile următoare:

1. Multiprocesor propriu-zis (MP) - CPU împart un singur spațiu comun de adrese, care poate să fie concentrat ca o memorie comună cu un sistem de acces uniform, fie distribuit în mai multe locuri fizice cu un sistem de acces neuniform. Comunicarea între procesoare este *implicită* și se poate desfășura prin locații de variabile comune în memorie
2. Multicomputer (MC) - acestea comunică prin mesaje *explicite* prin rețeaua de interconectare. Un asemenea sistem este denumit și fără partajare deoarece fiecare nod este un calculator independent.

În afara comunicării un aspect important este *sincronizarea*, adică modul în care procesoarele se coordonează între ele, când execută o aplicație paralelă. Abordările clasice sunt următoarele:

- MP realizează o *sincronizare explicită* prin blocări și bariere intercalate de compilator sau programator
- MC sincronizarea este inclusă în sistemul de transfer al mesajelor. Comunicarea bazată pe operații explicite de transmisie și recepție conțin o *sincronizare implicită*

Caracteristici comune sistemelor MC și MP

- Ambele sunt arhitecturi scalabile
- Ambele depind puternic de arhitectura rețelei de interconectare care în caz ideal ar trebui să aibă:
 - o latență a comunicării redusă, care să crească cât mai puțin cu numărul de procesoare din sistem
 - rată de transfer a datelor cât mai mare
 - un cost redus al sistemului care să crească cât mai puțin cu numărul de procesoare
- Ambele pot fi realizate cu procesoare DSP, RISC sau microprocesoare clasice

Diferențe între cele două sisteme

- MP realizează în general performanțe mai bune decât MC în aplicații caracterizate de un paralelism cu granulație fină
- Arhitecturile actuale sunt mai degrabă MC datorită unor complicații mai reduse și a unei programări mai facile, ele sunt mai potrivite pentru aplicații în care taskurile paralele

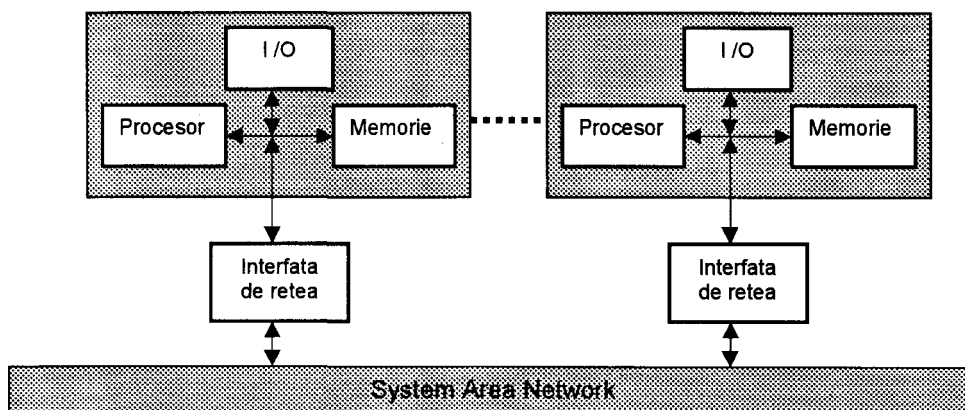


Fig. 2. Interconectarea sistemelor de tip MP

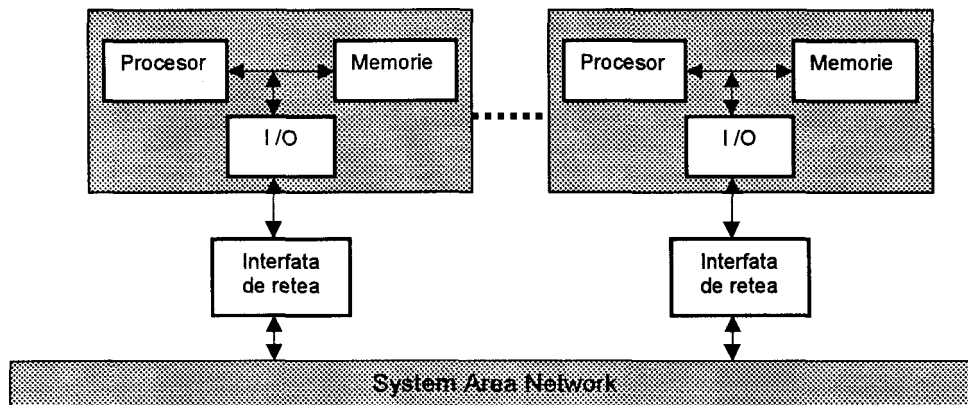


Fig. 3. Interconectarea sistemelor de tip MC

comunică mai puțin între ele. Cele două sisteme au și topologii diferite de interconectare așa cum se poate observa din figurile 2 și 3.

Punctul de conectare în fig. 2 este busul sistemului, cel ce conectează CPU și memoria. O asemenea soluție satisface ca viteză de transfer și încărcarea sistemului, dar mărește riscul de defectare, deoarece un defect în SAN se poate propaga cu ușurință în sistemul local.

Conexiunea de tip MC (Fig.3) este din ce în ce mai populară, în special în workstations și în arhitecturile masiv paralele (MIMD). Punctul de conectare este de obicei un bus special de I/O, pentru care interfața de rețea apare ca un dispozitiv obișnuit.

Performanța de comunicare este mai redusă decât în cazul anterior, cu complicații software mai importante, iar încărcarea procesoarelor (de către taskurile de comunicare) este de asemenea mai mare.

2. Soluții practice de interconectare

Magistralele paralele au fost primele utilizate în comunicația interprocesor, datorită simplității conexiunii și a arbitrării simple (hardware) necesitate. Implementarea magistrelor paralele este însă legată de performanța ridicată a circuitelor necesare ca și de creșterea considerabilă a numărului de semnale pentru a obține lungimi mari de cuvinte manipulate (și o rată de transfer corespunzătoare) ([2]).

O altă soluție actuală este legată de utilizarea magistralei de tip PCI, extrem de populară și cu performanțe de viteză destul de ridicate.

Astfel latența unei comunicații punct la punct este de max. 2,9 us la o rată de transfer de aproximativ 100 MBytes/sec. Ultimele variante de PCI, cu o lungime a cuvântului de 64 biți, la 66 sau 133 MHz permit o accelerare de 4-8 ori a acestei performanțe. Ca dezavantaje se pot menționa:

- Scalabilitate limitată de maximum 4-8 noduri în implementările standard
- modelul de comunicație necesită transferul de mesaje deoarece comunicația are loc în locații predestinate din memorie. Transferul este de tip remote write , deoarece un proces poate citi doar pagina sa locală de recepție după scrierea acesteia de către procesul sursă; nu există operații de tip remote read.

Procesoarele DSP prevăzute cu facilități pentru realizarea de sisteme multiprocesor au interfețe locale destinate acestui scop. Un exemplu este procesorul TMS320C40 a cărui interfață paralelă este prezentată în literatură .

O soluție din ce în ce mai răspândită în realizarea de sisteme multiprocesor este interconectarea prin magistrale seriale. Această soluție are avantajul că interfața fizică este ușor de realizat, iar conexiunea fizică, prin fire sau fibră optică, poate beneficia de avantajul de a putea fi utilizată pe o lungime mai mare decât o interfață paralelă.

3. Sistemul experimental

Implementarea acestor concepte este extrem de complexă, necesitând sisteme de dezvoltare adaptate pentru interconectare. Sistemele de acest tip fiind inaccesibile din cauza prețului lor, s-a adoptat o variantă mai ieftină care permite totuși experimentarea conceptelor legate de paralelism. S-au utilizat două plăci DSPxx25 interconectate prin interfața serială de mare viteză cu care fiecare din acestea este echipată ([1]).

Viteza de comunicație între procese obținabilă este de aproximativ 2,5 Mbit/s, ceea ce este suficient în multe aplicații. Procesul ales a fost unul de achiziție a semnalelor și calculul a FFT, primul sistem realizând achiziție și filtrarea semnalelor, cel de-al doilea realizând transformata.

4. Concluzii

Realizarea de sisteme paralele este, așa cum se subliniază de multe ori în literatură ([3],[4]), o sarcină plină de dificultăți. Din experimentările realizate s-au tras câteva concluzii utile pentru dezvoltările ulterioare:

- Utilizarea sistemelor paralele este eficientă mai ales în cazul în care algoritmul avut în vedere pentru implementare este clar paralelizabil;
- In acest caz accelerarea obținută este extrem de apropiată de valorile teoretice date de legea lui Amdahl ([3]);
- Programarea se poate face în acest caz cu instrumente clasice de dezvoltare ([1]), asamblarea proceselor fiind lipsită de dificultăți.

În viitor se va încerca implementarea acestor concepte pe sisteme bazate pe procesoare mult mai puternice, cu aplicabilitate directă în sisteme multimedia.

5. Referințe

- [1] Eugen Lupu, Tiberiu Miclea, Radu Arsinte - "Procesoare de semnal - Generația TMS320C2X - prezentare și aplicații" - Ed.Promedia Cluj-Napoca - 1995 - ISBN 973 -97377-0 -6
- [2] Radu Arsinte (coordonator), Mihai Monea - "Studiul utilizării circuitelor DV (Digital Video) în structura modulului de inspecție vizuală pentru îmbunătățirea performanțelor arhitecturii sale" Raport de cercetare - Contract ANSTI 72/99 tema A2 - Software ITC S.A. Cluj-Napoca 1999
- [3] John Hennessy and David A. Patterson, "Computer Architecture: A Quantitative Approach", Morgan Kaufmann Publishing, 1990.
- [4] David J. Evans - "Parallel Processing Systems", Cambridge University Press, 1982