

Posibilitati de realizare a transferurilor de date

Lect. Emanuela-Mariana CHICHEA

Facultatea de Stiinte Economice, Universitatea din Craiova

Transferul informatiilor între memoria interna a calculatorului si mediul exterior se realizeaza prin intermediul dispozitivelor periferice, de calitate acestuia depinzând în mare masura performantele calculatorului.

în principal se utilizeaza urmatoarele metode de transfer: metoda transferului programat; metoda transferului prin întreruperi; metoda transferului prin acces direct la memorie; metoda transferului prin canale de intrare/iesire.

Dintre acestea, transferul prin canale de intrare/iesire elimina dezavantajele celorlalte metode, deoarece modulele de intrare/iesire au fost îmbunatatite prin dispunerea de o memorie locala proprie ceea ce face ca interventia unitatii centrale de prelucrare sa fie minima. în acest mod, modulele de intrare/iesire devin procesoare ce dispun de un set de instructiuni specializat pentru realizarea operatiilor de intrare/iesire (eficientizarea transferului de informatii).

Cuvinte cheie: transfer, adresare cu mapare în memorie, adresare izolata, întrerupere, rutina pentru tratarea întreruperii, vector de întrerupere, sistem de întreruperi multiple, sistem de întreruperi cu prioritati, modul DMA, furt de ciclu, transfer în rafala, canale de intrare/iesire, procesoare de intrare/iesire, canal selector, canal multiplexor.

1 Transferul de date

Transferurile informatiilor între memoria interna a unui sistem de calcul si mediul sau exterior se realizeaza prin intermediul sistemului intrare/iesire (I/E) ce înglobeaza urmatoarele componente principale:

- a) module de intrare/iesire;
- b) dispozitive periferice;
- c) interconexiunile dintre memorie si dispozitivele periferice (magistralele);
- d) interfata dintre acestea.

Dispozitivele periferice nu se ataseaza direct la magistrala sistemului, ci se face apel la modulele de intrare/iesire deoarece:

- marea varietate a perifericelor cu metode de functionare diferite nu permite stabilirea logicii necesare în cadrul unitatii centrale de prelucrare (UCP) pentru controlul acestor dispozitive;
- deseori, rata de transfer a echipamentelor periferice este mult mai mica decât cea a comunicarii memorie - unitatea centrala de prelucrare;
- formatele datelor si lungimile cuvintelor utilizate de dispozitivele periferice difera de multe ori fata de standardele acestora de la calculator.

Modulele de intrare/iesire au rolul de a realiza controlul dispozitivelor externe si transferul datelor între aceste dispozitive si memoria interna si/sau registrele unitatii centrale. Din acest motiv, un modul de intrare/iesire trebuie sa posede o interfata interna (cu memoria interna si cu unitatea centrala de prelucrare) si o interfata externa (cu dispozitivul periferic).

Un modul de intrare/iesire trebuie sa îndeplineasca o serie de functii:

- * control si sincronizare;
- * comunicarea cu unitatea centrala de prelucrare;
- * comunicarea cu dispozitivele externe;
- * bufferarea datelor;
- * detectia erorilor.

Dialogul dintre periferic si modulul de intrare/iesire necesar unei operatii de scriere/citire poate îmbraca urmatoarea forma generala:

- se cere permisiunea de transmitere a datelor prin activarea de catre modul a unui semnal de control;
- se confirma cererea de catre periferic;
- are loc transferul datelor, modulul îndeplinindu-si astfel rolul principal;

- se confirma receptia datelor de catre dispozitivul periferic.

2. Metoda transferului programat

Transferul programat presupune transferul datelor între unitatea centrala de prelucrare si modulul de intrare/iesire, unitatea centrala de prelucrare executând un program prin care controleaza direct operatia de intrare/iesire. Transferul se realizeaza în urmatoarele etape:

- sesizarea starii perifericului;
- transmiterea unei comenzi de citire/scriere;
- transferul propriu-zis al datelor.

Executia unei instructiuni de intrare/iesire implica unitatea centrala de prelucrare determinând-o sa transmita si adresa dispozitivului periferic, continuta în comanda de intrare/iesire.

Data fiind conectarea la sistem a mai multor dispozitive prin module de intrare/iesire, fiecarui dispozitiv i se atribuie o adresa unica iar fiecare modul de intrare/iesire trebuie sa îndeplineasca liniile de adrese pentru a determina daca respectiva comanda îi este destinata.

Partajarea aceleiasi magistrale între unitatea centrala, memoria interna si sistemul de intrare/iesire face posibila adresarea sub doua forme:

- *adresare cu mapare în memorie*, care presupune existenta unui spatiu de adrese comun pentru locatiile de memorie si dispozitivele de intrare/iesire;
- *adresare izolata*, caz în care spatiul adreselor de intrare/iesire este izolat de cel alocat memoriei.

Adresarea cu mapare în memorie prezinta avantajul utilizarii unui set extins de instructiuni ceea ce conduce la o programare mai eficienta, dar si dezavantajul ocuparii unei parti din spatiul de adrese al memoriei. Comenzile de intrare/iesire pe care le poate receptiona un modul de intrare/iesire atunci când este adresat de catre unitatea centrala de prelucrare pot fi împartite în patru clase:

* *comenzi de control*: servesc pentru activarea unui periferic si pentru specificarea operatiei de executat;

* *comenzi de test*: permit testarea diferitelor conditii de stare asociate cu un modul de intrare/iesire si perifericele acestuia, caz în care unitatea centrala de prelucrare trebuie sa determine daca perifericul este operational si disponibil, s-a încheiat ultima operatie lansata, executia operatiei a condus sau nu la aparitia de erori;

* *comenzi de citire*: determina obtinerea unui octet sau cuvânt de date de la periferic si depunerea acestuia în registrul de date al modulului de intrare/iesire;

* *comenzi de scriere*: conduc la prelucrarea de catre modulul de intrare/iesire a unui octet sau cuvânt de pe magistrala de date si transmiterea sa perifericului.

Întrucât citirea starii pune unitatea centrala de prelucrare în asteptare până când perifericul devine disponibil sau până la încheierea operatiei, se ajunge la scaderea performantelor, dezavantaj ce poate fi înlaturat apelând la metoda transferului programat prin întreruperi.

3. Metoda transferului prin întreruperi

Executia unei instructiuni poate fi întrerupta, motiv pentru care întreruperea se va produce dupa încheierea executiei instructiunii curente.

Reluarea programului întrerupt, din starea în care se gasea la momentul aparitiei întreruperii, devine posibila doar cu conditia salvarii contextului de lucru al unitatii centrale de prelucrare:

- adresa de revenire (continutul controlului de program din momentul aparitiei întreruperii);
- indicatorii de stare si de conditii ai unitatii centrale de prelucrare;
- registrele interne utilizate de rutina pentru tratarea întreruperilor (asociata evenimentului care a generat întreruperea);
- registrele de comanda de intrare/iesire care sunt modificate de catre rutina pentru tratarea întreruperilor.

Alegerea adresei rutinei de tratare a întreruperilor se poate face prin doua metode:

* *metoda întreruperilor nevectorizate*: rutina de tratare se găsește la o adresă fixă în memorie;

* *metoda întreruperilor vectorizate*: adresa rutinei pentru tratare este oferită procesorului de către sursa de întrerupere sub forma unui vector de întrerupere; acesta indică adresa de început a rutinei pentru tratarea întreruperilor, sau exprimă o referință la o locație de memorie unde este memorată adresa de început a rutinei pentru tratarea întreruperilor.

Întreruperile pot proveni din următoarele surse:

- servicii solicitate de dispozitivele periferice;
- supravegherea funcționării normale a sistemului prin intermediul elementelor hardware (circuite pentru detectarea erorii de paritate a memoriei, pentru sesizarea caderii tensiunii de alimentare etc);
- evenimente interne (depasiri la calcule, inexistenta unor instructiuni etc).

Majoritatea sistemelor prezintă mai multe surse de întrerupere, controlul individual al acestor surse făcându-se cu ajutorul unui registru al masilor de întrerupere; înregistrarea cererilor de întrerupere are loc sub tutela unui registru al cererilor de întrerupere.

Sistemul cu întreruperi multiple se confruntă, în principal, cu două probleme:

a) *Identificarea sursei de întrerupere* poate avea loc prin adoptarea de soluții, precum:

- utilizarea *liniilor multiple de întrerupere* între unitatea centrală de prelucrare și modulele de intrare/iesire, iar pentru fiecare astfel de linie să se utilizeze și una din celelalte soluții deoarece este posibil ca la fiecare linie să fie legate mai multe module de intrare/iesire;
- folosirea *metodei polling software*: la identificarea unei întreruperi va fi executată o rutină pentru tratarea acesteia (de către unitatea centrală de prelucrare), rutina în sarcina căreia cade interogarea fiecărui modul de intrare/iesire în scopul stabilirii modulului care a provocat întreruperea;
- *conectarea dispozitivelor în lant* (polling hardware): toate modulele de intrare/iesire

partajează o linie comună pentru cerere de întrerupere (linie înlantuită prin toate modulele) ceea ce face ca la activarea de către unitatea centrală de prelucrare a unui semnal de activare a întreruperii acesta să se propage prin lantul modulelor de intrare/iesire până când întâlnește modulul implicat în cerere; în general, răspunsul oferit de acest modul constă în plasarea unui vector de întrerupere pe magistrala de date (acesta reprezentând adresa modulului de intrare/iesire sau un alt identificator unic) care servește unității centrale de prelucrare drept pointer la rutina pentru tratarea întreruperilor, corespunzătoare modulului în cauză;

- *arbitrajul de magistrală* este o tehnică prin care un modul de intrare/iesire trebuie să preia mai întâi controlul asupra magistralei în scopul creării posibilității de activare a liniei de cerere a întreruperii.

b) *Alegerea întreruperii prioritare* dintr-un sistem de întreruperi multiple simultane poate fi făcută grație a două metode:

- *metoda software*: identificarea prin polling a sursei de prioritate maximă, pentru toate întreruperile existând o rutină comună de servire care interoghează sursele de întrerupere (ordinea de interogare a acestor surse determină prioritatea lor);

- *metoda hardware*: cererea de prioritate maximă, generată prin utilizarea circuitelor care acceptă cereri de întrerupere de la mai multe surse, constituie punctul de plecare în generarea unei cereri de întrerupere către procesor.

Sistemele de întreruperi multiple cu prioritate pornesc de la necesitatea stabilirii unor priorități și a determinării condițiilor în care unitatea centrală de prelucrare poate fi întreruptă în timpul rezolvării unei întreruperi, respectându-se regula conform căreia perifericele care permit transferuri rapide dobândesc un grad de prioritate crescut pe când cele lente primesc o prioritate mai mică.

4. Metoda transferului prin acces direct la memorie

Transferul prin accesul direct la memorie (DMA) înlătură dezavantajele transferului programat, chiar dacă acesta are loc prin

intermediul sistemului de întreruperi, deoarece se produce un transfer direct între memoria internă și sistemul de intrare/ieșire cu participarea aproape nesemnificativă a unității centrale de prelucrare.

În cazul acestei metode de transfer, controlul asupra magistrelor sistemului poate fi preluat de modulul DMA (controler DMA), un modul suplimentar ce va genera semnalele de comandă necesare și care se compune din următoarele elemente principale:

- o logică pentru asigurarea legăturii cu memoria (semnale de citire și scriere);
- o linie de cerere DMA către memorie și o linie de acceptare DMA de la unitatea centrală de prelucrare;
- o logică de stabilire a priorităților (în cazul existenței mai multor canale);
- un registru de comenzi pentru validarea modulului DMA, selectarea priorității canalelor, alegerea modului de lucru etc.

Fiecare canal impune prezenta următoarelor registre:

1. registru de adrese: păstrează adresa curentă și adresa de început a transferului;
2. registru numărător: păstrează numărul de cuvinte ce au rămas netransferate încă;
3. registru de stare: indică starea canalului (activată sau neactivată) și condiția de terminare a transferului.

Deoarece preia controlul asupra magistralei în scopul efectuării transferului datelor cu memoria, modulul DMA trebuie să utilizeze magistrala numai când aceasta este liberă (nefolosită de către unitatea centrală de prelucrare), sau să oblige unitatea la suspendarea temporară a operațiilor.

În consecință, transferul DMA poate fi efectuat în două moduri:

- a) transfer prin furt de ciclu (cycle stealing): utilizează intervalele de timp în care unitatea centrală de prelucrare nu accesează memoria;
- b) transfer în rafală (data break): operațiile efectuate de către unitatea centrală de prelucrare în momentul transferului se suspendă și magistrala este trecută în starea de înaltă impedanță; reluarea ciclului de instrucțiuni se va face din punctul în care a fost suspendat.

Ca exemple de sisteme DMA pot fi amintite: calculatoarele IBM PC/AT, calculatoarele PDP-11 etc.

5. Metoda transferului prin canale de intrare/ieșire

Atât dezavantajele transferului programat prin întreruperi (rata de transfer este limitată de viteză cu care unitatea centrală de prelucrare poate testa și deservi un dispozitiv, gestionarea transferului conduce la ocuparea unității centrale de prelucrare deoarece fiecare transfer impune executia unui anumit număr de instrucțiuni) cât și cele ale transferului DMA (necesitatea a numeroase cicluri de magistrală pentru referințele la memorie, trecerea unității centrale de prelucrare în stare de așteptare pe parcursul derulării acestor cicluri, saturarea magistralei prin furturile de ciclu de memorie necesită un anumit timp pentru tratarea întreruperilor) pot fi eliminate prin îmbunătățirea modulelor de intrare/ieșire ce pot deveni procesoare care să dispună de un set de instrucțiuni specializat pentru operațiile de intrare/ieșire. Astfel, unele module de intrare/ieșire dispun de o memorie locală proprie, fiind, de fapt, calculatoare specializate care pot controla un set bogat de dispozitive de intrare/ieșire, în condiții de intervenție minimă a unității centrale de prelucrare.

Cele mai utilizate canale de intrare/ieșire sunt:

- *canalele selectoare*: controlează mai multe periferice rapide dar la un moment dat este ocupat pentru transferul datelor cu un singur periferic;
- *canalele multiplexoare*: dispun de posibilitatea gestionării transferurilor simultane cu mai multe periferice, prin tehnici de multiplexare în timp: multiplexare la nivel de octet, pentru periferice lente; multiplexare la nivel de bloc, în cazul dispozitivelor periferice rapide.

În mod curent, utilizarea canalelor de intrare/ieșire a fost asociată cu calculatoarele mari (mainframe) dar s-a extins și la mini sau chiar la microcalculatoare.

Bibliografie

- [1] Mano, M. Morris, *Computer System Architecture*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1982
- [2] Goupille, P.A., *Introduction to Computer Hardware and Data Communications*, Masson and Prentice Hall International, Hertfordshire, 1993
- [3] Norton, P., *Secrete PC*, Editura Teora, Bucuresti, 1996
- [4] Hayes, J.P., *Computer Architecture and Organization*, McGraw-Hill, 1998
- [5] Chiorean, L., Chiorean, M., *PC. Initiere hard si soft*, Editura Albastra, Cluj-Napoca, 1999
- [6] Baruch, Z., *Sisteme de intrare/iesire ale calculatoarelor*, Editura Albastra, Cluj-Napoca, 2000
- [7] Giurgiteanu, N., Chichea, E.M. s.a., *Introducere în informatica*, Reprografia Universitatii din Craiova, Craiova, 2000