

Slovenská technická univerzita v Bratislave
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Ústav telekomunikácií

Širokopásmové spojovacie systémy
Viacstupňové spojovacie siete MIN

Dátum: 11.10.2011
Ak. rok: 2011/2012

Bc. Róbert Grenčík

Zadanie

Zadanie číslo 110.

- Nakreslite zapojenie MIN typu Omega o veľkosti 8x8. V sieti zakreslite cesty prechodu 4 paketov, z ktorých dva prichádzajú zo vstupov č.1 a č.5. Výstupy paketov zo siete zvolte tak, aby **nevznikala** blokáda.
- Nakreslite zapojenie MIN typu Banyan o veľkosti 16x16. V sieti zakreslite cesty prechodu 3 paketov, z ktorých dva prichádzajú zo vstupov č.6 a č.7. Výstupy paketov zo siete zvolte tak, aby **vznikala** blokáda.
- Nakreslite zapojenie MIN typu Bather-Banyan o veľkosti 8x8. V sieti zakreslite cesty prechodu 3 paketov, z ktorých dva prichádzajú zo vstupov č.1 a č.5.
- Nájdite dve reálne zariadenia, ktoré využívajú niektorú zo sietí MIN (aj s uvedením typu siete). V referáte uveďte odkazy na zdroje, z ktorých ste čerpali informácie.

Teoretický úvod

Viacstupňové spojovacie siete MIN (Multistage Interconnection Networks) sú architektúry spojovacích sietí použiteľné pre akýkoľvek paketový prenos informácií. Vznikajú kombináciou viacerých spojovacích elementov.

Každý typ MIN siete má prvky priestorového aj časového prepojenia. Priestorovú zložitosť MIN siete určuje počet elementov potrebných na zloženie konkrétnej siete. Časovú zložitosť MIN siete udáva čas, resp. oneskorenie paketu pri prechode sieťou.

Medzi najpoužívanejšie typy sietí patrí Banyan sieť, Batcher-Banyan sieť, Omega sieť a Benešova sieť. MIN siete sa delia podľa viacerých kritérií:

Klasifikácia MIN sietí podľa spôsobu transportu

- **Jednocestná sieť**, je typ siete, kde všetky pakety vrámci jedného virtuálneho spojenia používajú tú istú cestu
- **Viaccestná sieť**, je typ siete, kde každý paket vrámci jedného virtuálneho spojenia môže využiť inú cestu

Klasifikácia MIN sietí podľa typu spojenia

- **Unicast MIN sieť** (one-to-one, point-to-point) je spojovacia sieť, v ktorej sa prepája jeden vstup práve s jedným výstupom
- **Multicast MIN sieť** je spojovacia sieť, v ktorej sa v tom istom čase prepája jeden vstup s viacerými výstupmi
- **Broadcast MIN sieť** je spojovacia sieť, v ktorej sa v tom istom čase prepájajú všetky vstupy so všetkými výstupmi. Je to špeciálnym prípadom multicast MIN siete

Klasifikácia MIN sietí podľa existencie blokovania

- **Siete s blokováním**, sú siete kde sa vstup nemôže prepojiť s daným výstupom, aj v prípade, že výstup nie je obsadený iným spojením.
- **Siete bez vnútorného blokovania** (Internal non-blocking) sú spojovacie siete, ktoré zabezpečia prepojenie ľubovoľného vstupu s ľubovoľným výstupom bez zrušenia, alebo zmeny inej vnútornej cesty v sieti.
- **Siete bez vonkajšieho blokovania** (External non-blocking) sú spojovacie siete schopné prepojenia ľubovoľného vstupu s ľubovoľným výstupom v každom prípade. V sieti sa využíva v prípade konfliktu paketov funkcia uloženia informácie, t.j. vyrovnávacia pamäť.
- **Rekonfigurovateľné siete bez blokovania** (Rearrangeable non-blocking) sú spojovacie siete, ktoré dokážu vždy realizovať spojenie z ľubovoľného vstupu na ľubovoľný výstup.

Jednocestné unicast MIN siete s blokováním

Jednocestné unicast siete spájajú v tom istom čase práve jeden vstup s práve jedným výstupom a zároveň majú iba jednu cestu medzi ľubovoľným vstupom a výstupom. Základná jednocestná unicast MIN sieť s blokováním je generalizovaná binárna sieť (GBN - Generalized Binary Network).

Charakteristika GBN

- veľkosť $N \times N$ ($2^n \times 2^n$)
- používa spojovacie elementy 2×2
- má n stupňov ($0, 1, \dots, n-2, n-1$)
- má 2^{n-1} spojovacích elementov na stupeň
- pre funkciu spojenia medzi stupňami platí pravidlo susedstva, ktoré znie: „**každý pár spojovacích elementov z i -teho stupňa je spojený len s jedným párom spojovacích elementov z $(i+1)$ -vého stupňa**“

Vybrané typy GBN sietí:

Banyan sieť

Nazývaná tiež generalizovaná kubická sieť.

Spojovacia funkcia medzi dvomi stupňami sa dá zapísať v tvare:

$$cube_i(p_{n-1} p_{n-2} \dots p_1 p_0) = p_{n-1} p_{n-2} \dots p_{i+1} \bar{p}_i p_{i-1} \dots p_2 p_1 p_0, \text{ kde } \bar{p} \text{ označuje komplement } p.$$

Tento vzťah nám hovorí, že na stupni i spojovacieho stupňa vstupujú do spojovacieho elementu linky s adresou, ktorá sa líši na mieste i .

Omega sieť

Omega sieť je charakteristická shuffle algoritmom na každom stupni, so spojovacou funkciou

$$shuffle(p_{n-1} p_{n-2} \dots p_1 p_0) = p_{n-2} p_{n-3} \dots p_1 p_0 p_{n-1}. \text{ Funkcia predstavuje rotáciu doľava.}$$

Unicast siete bez blokovania

Všetky siete s blokováním vyžadují opatření, které potlačují blokování. Nejčastěji se to robí tím, že sa umiestnia vyrovnávacie pamäte do siete. V prípade použitia vyrovnávacích pamätí pribúda problém radenia buniek pri vytváraní radov.

Problém blokovania je možné riešiť už pri návrhu siete vytvorením siete bez blokovania. Pri tom sú dve možnosti. Buď sú siete topologicky bez blokovania (ich architektúra minimalizuje pravdepodobnosť blokovania), alebo sú s riadením bez blokovania (mechanizmus riadenia siete odstraňuje blokovanie). Druhú možnosť nazývame aj rekonfigurovateľné siete.

K unicast sieťam bez blokovania patria Benešova sieť, Paralelná baseline sieť, Closova sieť, Batcherova sieť, Batcher-banyan sieť.

Vybrané typy unicast sietí bez blokovania:

Batcherova sieť

Je určená pre prepájanie paketov s jednotnou konštantnou dĺžkou. Táto sieť nemá smerovacie vlastnosti. Triedi vstupujúce pakety triedi podľa ich adresy výstupu (od najmenších adries k najväčším). Je tu použitý prvok - bionický triedič s veľkosťou 2 x 2.

Batcher-Banyan sieť

Je to v podstate Banyan sieť zapojená za Batcherovou sieťou. Táto sieť má samosmerovacie vlastnosti a dopraví tak pakety k správne výstupu. Zariadenie triediacej siete pred Banyan sieťou vylúči blokovanie ak predpokladáme, že žiadne dva pakety nie sú smerované k tomu istému výstupu.

Banyan sieť je spojená s Batcherovou sieťou pomocou dokonalého miešania (shuffle). Nakoľko sú pakety pretriedené v triediacej sieti, nevznikne ani vnútorné blokovanie v Banyan sieti. V prípade, že existuje možnosť rovnakých výstupných adries na vstupe siete, je potrebné použiť vyrovnávacie pamäte.

Zariadenia využívajúce niektoré zo sietí MIN

Omega siete sa často používajú na pripojenie procesorov a pamätí vo veľkých viacprocesorových systémoch. Takýmto zariadením je napríklad zariadenie IBM SP2 [1][2], IBM RP3 [5][6][8], Meiko CS-2 [7]. Zariadenie využívajúce Benešovú sieť je napríklad IBM GF11 [7][8].

Záver

V prvej úlohe som mal za úlohu nakresliť zapojenie MIN typu Omega o veľkosti 8x8. Taktiež som mal zakresliť cesty prechodu 4 paketov tak aby nevznikla blokáda a aby jeden paket prichádzal na vstup číslo 1 a jeden na vstup číslo 5.

Vstup číslo 1 som prepojil s výstupom číslo 1, vstup číslo 5 s výstupom číslo 5. Ďalšie dva pekety išli zo vstupu číslo 0 a 7 na výstupy číslo 0 a 7, čím som dosiahol to, že mi nevznikla blokáda.

V druhej úlohe som mal za úlohu nakresliť zapojenie MIN typu Banyan o veľkosti 16x16. Taktiež som mal zakresliť cesty prechodu 3 paketov tak aby vznikla blokáda a aby jeden paket prichádzal na vstup číslo 6 a jeden na vstup číslo 6.

Paket zo vstupu číslo 6 som spojil s výstupom číslo 3 a paket zo vstupu číslo 7 s výstupom číslo 11, čím mi ale nevznikla blokáda a preto som musel zvoliť posledný vstup paketu tak, aby mi vznikla aspoň jedna blokáda, čo som dosiahol tak, že som spojil vstup číslo 14 s výstupom číslo 1 čím mi vznikla blokáda.

V tretej úlohe som mal za úlohu nakresliť zapojenie MIN typu Batcher-Banyan o veľkosti 8x8. Taktiež som mal zakresliť cesty prechodu 4 paketov tak aby jeden paket prichádzal na vstup číslo 6 a jeden na vstup číslo 7.

Keďže som v tejto úlohe nemal žiadne ďalšie obmedzenie tak som sa rozhodol pre náhodné prepojenie troch vstupov s náhodnými 3 výstupmi. Prepojil som vstup číslo 0 s výstupom číslo 3, vstup číslo 6 s výstupom číslo 0 a vstup číslo 7 s výstupom číslo 7.

Riešenie štvrtej úlohy sa nachádza v teoretickom úvode.

Zoznam použitej literatúry

1. http://www.ece.ucsb.edu/Faculty/Parhami/pres_folder/f32-book-parallel-pres-pt6.ppt
2. Introduction to parallel processing: algorithms and architectures, Behrooz Parhami , str. 473
ISBN : 0306459701
3. ŠPSS prednáška číslo 3 „paralelné spojovanie s prepájaním paketov “
doc. Ing. Martin Medvecký, PhD., KTL FEI STU
4. Cvičenia z predmetu Širokopásmové spojovacie systémy, KTL FEI STU
5. <http://www.cs.bu.edu/~best/crs/cs551/lectures/lecture-12.html>
6. http://www.cs.utexas.edu/users/dburger/teaching/cs395t-s08/papers/7_ultracomputer_a.pdf
7. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4384477&tag=1>
8. <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=130027&tag=1>