

МОДЕЛИРАНЕ НА PIM-АЛГОРИТЪМ С АПАРАТА НА ОБОБЩЕНИТЕ МРЕЖИ

В. Гочев¹, Т. Ташев²

¹ Висше държавно училище “Колеж по телекомуникации и пощи” –
София

² Институт по информационни технологии – БАН
valeri_gochev@abv.bg, ttashev@iit.bas.bg

РЕЗЮМЕ *Представени са изследвания, относящи се до моделиране на процесите на превключване в комутационен възел. Разгледан е PIM-алгоритъм за елиминиране на конфликтите при превключване във възела (пакетен комутатор). Със средствата на Обобщените мрежи е синтезиран модел на алгоритъма. В модела са заложени възможности за получаване на количествени характеристики от работата на алгоритъма. Показано е, че Обобщените мрежи са ефективен формален апарат за решаване на този вид задачи.*

Ключови думи: *B.4.4 Performance Analysis and Design Aids, C.2.1 Network Architecture and Design, C.1.4 Parallel Architectures*

Въведение

Обобщените мрежи (ОМ) [1, 2, 3] са съвременно формално средство, създадено с цел детайлизирано представяне на връзки между структурата и времевите съответствия в паралелни процеси. Апаратът на Обобщените мрежи в това изследване се използва за синтез на модел на известния PIM-алгоритъм (Parallel Iterative Matching) [5], в който в явен вид са специфицирани паралелни процеси при предаване в пакетен комутатор. Този алгоритъм е послужил за основа на всички алгоритми за комутационно разписание от трето поколение с явен паралелизъм. Получаването на ОМ-модел цели по следваща възможност за анализ на характеристиките на алгоритъма със средствата на Обобщените мрежи. Положителните резултатите от неговото компютърно симулиране ще ни позволят с увереност да използваме апарата на Обобщените мрежи за моделиране и анализ на съвременните алгоритми в комутаторите. А също и за

синтез на техни по-добри модификации, а в перспектива и за синтез на нови алгоритми.

РІМ-алгоритъм за елиминирание на конфликти при комутация

Заявката за предаване на пакети през превключващ $n \times n$ линии комутатор се представя с $n \times n$ матрица T , наричана трафична матрица. Всеки елемент t_{ij} ($t_{ij} \in [0,1,2,\dots]$) на трафичната матрица T представя заявка за пакети от входа $input\ i$ към изхода j . Например, $t_{ij}=0$ означава че няма пакети за предаване към j -та изходна линия от i -та входна линия. Стойност на елемент $t_{ij}=2$ означава, че два пакета от i -та входна линия трябва да бъде предаден към j -та изходна линия на комутатора, и т.н.

Приема се, че конфликтна ситуация се създава, когато в който и да е ред от матрицата T броя на заявките е по-голям от единица - това съответства на случая, когато един източник заявява връзка с повече от един приемник. Наличието на повече от една единица, в която и да е колона от матрицата T е също указание за конфликтна ситуация и означава, че повече от един източник е заявил връзка към един и същ приемник. Избягването на конфликтите пряко се отнася до производителността на комутационния възел.

В предходни наши изследвания бяха моделирани с ОМ алгоритми за изчисление на безконфликтно разписание, базирани на принципа на последователно-случайния избор. Резултатите от работата им не ни удовлетвориха [6]. РІМ-алгоритъмът се базира на разпределения случаен избор. Очерта се необходимостта от построяване на ОМ-модел на този избор.

Ще дадем кратко описание на РІМ-алгоритъма. Той има три фази - 1: Request, 2: Grant, 3: Accept [5].

1. Всеки вход изпраща заявка (Request) до всеки изход, за който има пакет за предаване.

2. Всеки изход избира случайно една от постъпилите заявки, и съобщава (Grant) за това на съответния вход.

3. Всеки вход, получил Grant-ове, избира на случаен принцип само един от тях. Този пакет ще бъде подаден за комутация (Accept).

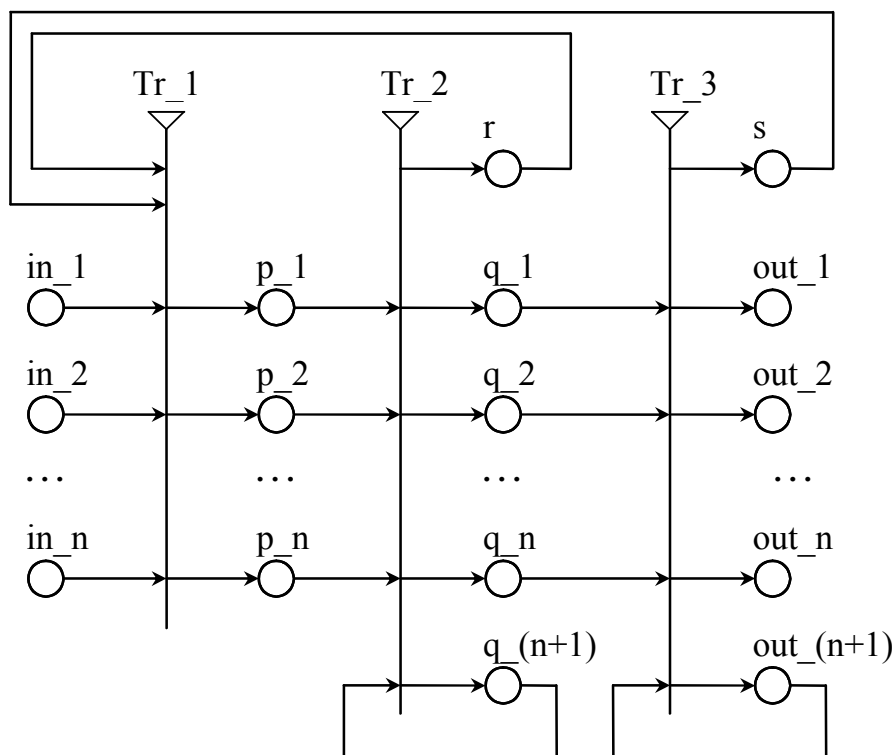
Входовете изпълняват паралелна първа фаза. Изходите изпълняват паралелна втора фаза. Входовете работят паралелно и във трета фаза.

Този паралелизъм е пряка заявка за прилагане апарата на ОМ.

ОМ-модел на РІМ -алгоритъма

Описаните три фази на РІМ- алгоритъма водят до три прехода в ОМ-модела. Моделът е разработен за комутатор с n входа и n изхода.

Графичната му форма е показана на фиг.1.



Фиг.1 Графична форма на OM-модел на PIM-алгоритъма

Позициите in_1, in_2, \dots, in_n моделират входовете на комутатора. Всяко ядро в тях представя пакет и има начална характеристика наредена двойка от номера на входа (означен по-долу с i) и номера на изхода (означен по-долу с j), за който е предназначен пакета:

$$ch_0 = \langle pr_1 ch_0, pr_2 ch_0 \rangle = \langle i, j \rangle.$$

В началото на функционирането на обобщената мрежа ядрата в in_1, in_2, \dots, in_n са разпределени според първата проекция на началната си характеристика – в позиция in_1 са ядрата, представлящи пакети, постъпили на първия вход, в позиция in_2 – ядрата, представлящи пакети, постъпили на втория вход и т.н.

Преходът Tr_1 моделира подаването на заявки според изходите на комутатора, за които са предназначени моделираните пакети.

В резултат на преминаването си през прехода Tr_1 ядрата се разпределят в p_1, p_2, \dots, p_n според втората проекция на началната си характеристика – в позиция p_1 са представени всички заявки за пакетите, предназначени за първия изход, в позиция p_2 – всички заявки за пакетите, предназначени за втория изход и т.н. Всяко ядро, постъпващо в позиция p_i ($i = 0, 1, \dots, n$), получава следваща характеристика

$$ch_{last} = br(\{p_i\}) + 1,$$

където $br(A)$ е общия брой на ядрата в множеството от позиции A . По този начин се оформя своеобразна номерация на ядрата в p_i .

Преходът Tr_2 моделира равновероятен избор на една заявка за всеки от изходите (ако са налице заявки за съответните изходи). Реализацията е чрез преминаване на единствено ядро от всяка от позициите p_i ($i = 0, 1, \dots, n$) към една от позициите q_1, q_2, \dots, q_n (според входа и в случай, че p_i не е празна). За прецизиране на избора е въведена допълнителната позиция $q_{(n+1)}$, като в началния момент от функционирането на обобщената мрежа в тази позиция има едно ядро с начална характеристика

$$ch_0^{q,n+1} = \langle pr_1 ch_0^{q,n+1}, pr_2 ch_0^{q,n+1}, \dots, pr_n ch_0^{q,n+1}, pr_{n+1} ch_0^{q,n+1} \rangle,$$

където

$$pr_i ch_0^{q,n+1} = 0 \quad (i = 0, 1, \dots, n);$$

$$pr_{n+1} ch_0^{q,n+1} = -1.$$

При преминаването си през Tr_2 ядрото, циркулиращо в $q_{(n+1)}$, получава характеристика

$$ch_{last}^{q,n+1} = \langle pr_1 ch_{last}^{q,n+1}, pr_2 ch_{last}^{q,n+1}, \dots, pr_n ch_{last}^{q,n+1}, pr_{n+1} ch_{last}^{q,n+1} \rangle,$$

където:

$$pr_i ch_{last}^{q,n+1} = ra(br(\{p_i\})) \quad (i = 0, 1, \dots, n);$$

$$pr_{n+1} ch_{last}^{q,n+1} = t_{cur};$$

$ra(k)$ е функция, дефинирана в $\{0, 1, 2, \dots\}$ и връща като резултат произволно цяло число от 1 до k при положителен аргумент и нула при нулев аргумент;

t_{cur} е текущото моделно време.

Всяко ядро, постъпващо в позиция q_i ($i = 0, 1, \dots, n$), получава следваща характеристика

$$ch_{last} = br(\{q_i\}) + 1,$$

като по този начин се оформя своеобразна номерация на ядрата в q_i .

Аналогично преходът Tr_3 моделира равновероятен избор на една заявка за всеки от входовете сред вече подбраните (ако са налице заявки за съответните входове). Реализацията е чрез преминаване на единствено ядро от всяка от позициите q_i към една от позициите $out_1, out_2, \dots, out_n$ (според изхода и в случай, че q_i не е празна). За прецизиране на избора е въведена допълнителната позиция $out_{(n+1)}$; в началния момент от функционирането на обобщената мрежа в нея има едно ядро с начална характеристика

$$ch_0^{out,n+1} = \langle pr_1 ch_0^{out,n+1}, pr_2 ch_0^{out,n+1}, \dots, pr_n ch_0^{out,n+1}, pr_{n+1} ch_0^{out,n+1} \rangle,$$

където

$$pr_i ch_0^{out,n+1} = 0 \quad (i = 0, 1, \dots, n);$$

$$pr_{n+1} ch_0^{out,n+1} = -1.$$

При преминаването си през Tr_3 ядрото, циркулиращо в $out_{(n+1)}$, получава характеристика

$$ch_{last}^{out,n+1} = \langle pr_1 ch_{last}^{out,n+1}, pr_2 ch_{last}^{out,n+1}, \dots, pr_n ch_{last}^{out,n+1}, pr_{n+1} ch_{last}^{out,n+1} \rangle,$$

където

$$pr_i ch_{last}^{out,n+1} = ra(br(\{q_i\})) \quad (i = 0, 1, \dots, n);$$

$$pr_{n+1} ch_{last}^{out,n+1} = t_{cur}.$$

С цел отчитане на закъснения ядрата, постъпващи в $out_1, out_2, \dots, out_n$, получават характеристика

$$ch_{last} = t_{cur}.$$

Предикатите, асоциирани с преходите, формират съответните индексирани матрици, които тук не са показани.

Свойства на ОМ-модела

Капацитетът на входните позиции in_1, in_2, \dots, in_n на първия преход зависят от размера на буфера на входните линии. Без загуба на общност можем да го приемем равен на размерността на комутатора (n). Капацитетът на изходните позиции p_1, p_2, \dots, p_n на първия преход е точно равен на n . Капацитетът на позициите q_1, q_2, \dots, q_n е същият. Капацитетът на изходните позиции $out_1, out_2, \dots, out_n$ е точно равен на единица. Същото важи за допълнителните позиции $q_{(n+1)}$ и $out_{(n+1)}$. Всички преходи имат един и същ приоритет. Това важи и за ядрата.

Анализът на модела потвърждава получаването на безконфликтно разписание. Чрез характеристичните функции в модела са заложили възможности за изчисляване на пропускателната способност, времето за изчакване на пакетите, броя превключвания на комутационната матрица, средния брой пакети предавани посредством едно превключване, и др. Численото моделиране трябва да ни даде отговор на въпросите за количествените характеристики на получаваното разписание.

Заклучение

С помощта на апарата на Обобщените мрежи бе синтезиран модел на РИМ-алгоритъм за изчисляване на безконфликтно разписание на пакетен комутатор (crossbar switch node).

ОМ-моделът ефективно представя паралелизма на процесите от алгоритъма. Използваният формален апарат дава възможност за представяне на количествените характеристики на получаваното комутационно разписание.

Прилагането на Обобщените мрежи за синтез на модели на изчисляване на безконфликтно разписание в пакетен комутатор ще даде възможности за синтез на нови алгоритми. Това е направление за бъдещи изследвания.

Литература

1. Atanassov K. Generalized Nets. World Scientific, Sing., N.J., London, 1991.
2. Atanassov K. Generalized Nets and System Theory. . Akad. Press “Prof.M.Drinov”, Sofia, Bulgaria, 1997.
3. Atanassov, K., H. Aladjov. Generalized nets model of a new type of expert systems. Advanced Studies in Contemporary Mathematics, Vol. 3, 2001, No. 1, 43-58.
4. Гочев В. Моделиране на телекомуникационен трафик с обобщени мрежи. на Национална конференция международно участие “Електроника’2008”, 29-30 Май 2008 г. София, с. 88-93.
5. T.Anderson, S.Owicki, J.Saxe, and C.Thacker. High speed switch scheduling for local area networks. ACM Trans. Comput. Syst., vol. 11, no.4, pp.319-352, Nov. 1993.
6. Ташев Т.Д., Воробьев В.М. Компьютерное моделирование одного алгоритма вычисления бесконфликтного расписания в коммутационном узле. Proc. of Int. Workshop “Distributed Computer and Communication Networks – DCCN’2008” October 20-23 2008, Sofia, Bulgaria. Moscow, Russia, 2008. pp. 95-100. ISBN 978-5-901158-09-8.

Abstract: *Studies are presented concerning the modeling of switching processes in the communication node. Investigations on an algorithm for non-conflict schedule computing in packet crossbar switch communication node are considered. The PIM-algorithm is specified by means of Generalized Nets apparatus. Some possibilities of improvement of the algorithms’ characteristics are discussed. It is shown that the generalized nets are an effective formal apparatus to deal with this kind of tasks.*