

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА КЛАС АЛГОРИТМИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ТРАФИК В КРОСБАР КОМУТАТОР

COMPARATIVE ANALYSIS OF A CLASS OF ALGORITHMS FOR TRAFFIC MANAGEMENT IN A CROSSBAR COMMUTATOR

К. Колчаков, В. Монов

Институт по информационни и комуникационни технологии Българска Академия на Науките,
1113, София, България, ул.Акад. Г. Бончев бл.2, тел.: (+359) 2 979 -32 -40 e-mail: kkolchakov@abv.bg
ymonov@iit.bas.bg

Abstract: In the paper we discuss fourteen algorithms for obtaining non-conflict schedules in switching nodes of type Crossbar. The comparative analysis of algorithms gives an overview of their capabilities and potentiality related to the speed and required memory as a function of the size N of the connection matrix T .

Key words: network nodes, node traffic, crossbar switch, conflict elimination, packet messages

УВОД

Целта на изследването е да се направи сравнителен анализ на клас алгоритми за безконфликтно разписание по отношение на бързодействие и необходима памет. Изследването се отнася за комутационни възли от тип Кросбар. Алгоритмите са предназначени за процесора управляващ изпълнението на заявките за обслужване на трафика. Поради обстоятелството, че Кросбар възелът работи в реално време е от изключително значение бързодействието и необходимата памет. В статията са сравнени четиринадесет алгоритъма по отношение на бързодействие и необходима памет, използвайки програмните им модели при различни размери на матрицата на връзките.

Дисциплината при обработването на заявките се постига чрез безконфликтните разписания, които гарантират изцяло елиминирани на конфликтите. Известно е, че конфликтите в работата на комутационните възли намаляват драстично трафика.

Постановката на проблема с конфликтите, съпътстващи работата на комутационните възли е следната: комутаторите в комутационните възли са с размери $N \times N$, като N на брой източници на пакетни съобщения се свързват през комутатора на комутационния възел с N на брой приемници на тези съобщения. Конфликти се получават при два случая:

- когато един източник на съобщение дава заявка за свързване към два или повече приемника на съобщения.
- когато към един приемник на съобщения има заявка за свързване от два или повече източника на съобщения.

Състоянието на комутатора на един комутационен възел се представя с т.н. матрица на връзките. За комутатор с размери $N \times N$ матрицата на връзките T също е с размери $N \times N$, като всеки член $T_{ij} = 1$, ако има заявка за връзка между източник на съобщение i и приемник j . В противен случай $T_{ij} = 0$.

Конфликтна ситуация се създава, когато в който и да е ред от матрицата на връзките броя на единиците е по-голям от една, 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 [1, 9, 10, 14, 17, 19].

Съществуват изследвания на проблемите с конфликтите в комутационни възли с моделиране чрез апарата на обобщените мрежи [15, 18]. Ние използваме програмни модели написани на програмния език на Matlab.

АЛГОРИТМИ ЗА БЕЗКОНФЛИКТНО УПРАВЛЕНИЕ НА ТРАФИКА

Представени са четиринадесет алгоритъма за безконфликтно управление на трафика:

1. Алгоритъм **CMA** (Classic algorithm with masks matrixes) [12].
2. Алгоритъм **JMA** (Algorithm with joint mask matrixes) [12].
3. Алгоритъм **CWA** (Classic algorithm without masks matrixes) [13].
4. Алгоритъм **DAA** (Algorithm considering the message direction) [16].
5. Алгоритъм **ADA** (Algorithm by diagonal connectivity matrix activation) [6].
6. Алгоритъм **AJDA** (Algorithm with joint diagonals activations) [4].
7. Алгоритъм **ADAJS** (Algorithm with diagonal activations of joint sub-switching matrices) [2].
8. Алгоритъм **CSM** (Classic algorithm with sparse mask matrixes) [7].
9. Алгоритъм **JSM** (Algorithm with joint sparse mask matrixes) [7].
10. Алгоритъм **AAM** (Adaptive algorithm for management by weight coefficient of the traffic in Crossbar commutator) [1].

11. Алгоритъм **AAMO** (Optimum adaptive algorithm for management by weight coefficient of the traffic in Crossbar commutator) [1].
12. Алгоритъм **ADAF** (Algorithm by diagonal connectivity matrix activation by finite automat) [3].
13. Алгоритъм **AJDAFA** (Algorithm with joint diagonals activations by finite automat) [3].
14. Алгоритъм **ADAJFSFA** (Algorithm with diagonal activations of joint sub-switching matrices by finite automat) [3].

Програмни модели се използват за изследване на алгоритмите. Програмните модели са написани на програмния език на Matlab и са тествани на компютър Workstation Dell Precision 420.

Алгоритмите създават безконфликтни разписания при обслужване на заявките. Дължината на пакетите при създаване на безконфликтното разписание не се отчита (приемат се за еднакви), като бързодействието S отразява времето за изработване на безконфликтно разписание от съответния алгоритъм.

Програмните модели, базирани на алгоритмите **SMCMA**, **SMJMA** и **SMCWA** са описани и тествани в [11]. Програмните модели базирани на алгоритмите **SMDAA**, **SMADA**, **SMAJDA** и **SMADAJJS** са описани и тествани съответно в [16], [6], [5] и [2]. Програмните модели базирани на алгоритмите **SMCSM** и **SMJSM** са описани и тествани в [8]. Програмните модели базирани на алгоритмите **SMAAM** и **SMAAMO** са описани и тествани в [1]. Програмните модели, базирани на алгоритмите **SMADAF**, **SMAJDAFA** и **SMADAJFSFA** са описани и тествани в [3].

В Таблица 1 и Таблица 2 са представени резултатите от тестването на програмните модели по отношение на бързодействието $S[\text{Sec.}]$ и необходимата памет $M[\text{KB}]$. Резултатите от тестването на програмните модели по отношение на бързодействието (S) и необходимата памет (M) графично са показани на Фигура 1 и Фигура 2 съответно.

От резултатите в Таблица 1 се вижда, че **SMCWA** е почти равен по бързодействие с **SMDAA** и е четири пъти по-

бърз от **SMJMA** за $N = 50$. **SMAAM** и **SMAAMO** се различават с по-малко от 20% по отношение на бързодействието за $N = 70$.

При **SMADAF** и **SMAJDAFA** разликата в бързодействието е по-малка от 3% за интервала

$100 < N < 250$. От сравнението на **SMADAJFSFA** и **SMADAJJS** се вижда, че **SMADAJJS** е от два до четири пъти по-бърз в интервала $100 < N < 250$.

SMAJDA и **SMJSM** са почти еднакви по бързодействие, а от **SMCSM** и **SMADA** по-бърз е **SMADA** за интервала $100 < N < 250$.

По отношение на необходимата памет от Таблица 2 се вижда, че най-икономичен е **SMADAJJS** следван от **SMADAJFSFA** на около 25% за интервала $100 < N < 300$.

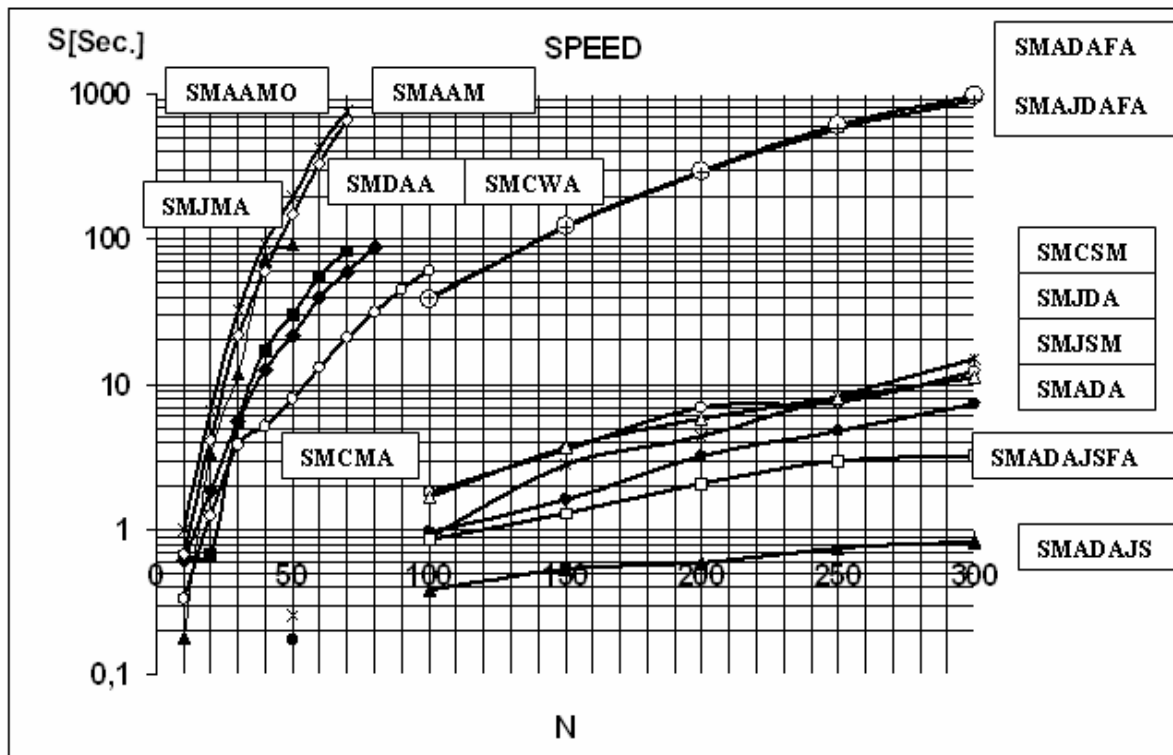
Сравнителният анализ на алгоритмите за безконфликтно разписание е извършен за различни максимални стойности на N , поради специфика на програмните модели и ограничения, наложени от изчислителната мощ на използвания компютър.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Програмните модели **SMCMA**, **SMCWA**, **SMDAA**, **SMJMA**, **SMAAM** и **SMAAMO** са с пъти по-бавни от **SMCSM**, **SMADA**, **SMAJDA**, **SMJSM**, **SMADAJFSFA** и **SMADAJJS** което ги прави неподходящи за размери на матрицата на връзките по-големи от сто. От програмните модели **SMCSM**, **SMAJDA**, **SMJSM**, **SMADA**, **SMADAJFSFA** и **SMADAJJS** най-бърз е **SMADAJJS**. По отношение на необходимата памет програмният модел **SMADAJJS** е най-икономичен. Следователно може с увереност да се каже, че algorithm with diagonal activations of joint sub-switching matrices (**ADAJJS**) е оптимален по отношение на бързодействие и необходима памет. За да се провери дали **ADAJJS** е оптимален при по-големи стойности на N от 300 трябва да се използва по-мощен компютър.

Таблица 1. Бързодействие на програмните модели

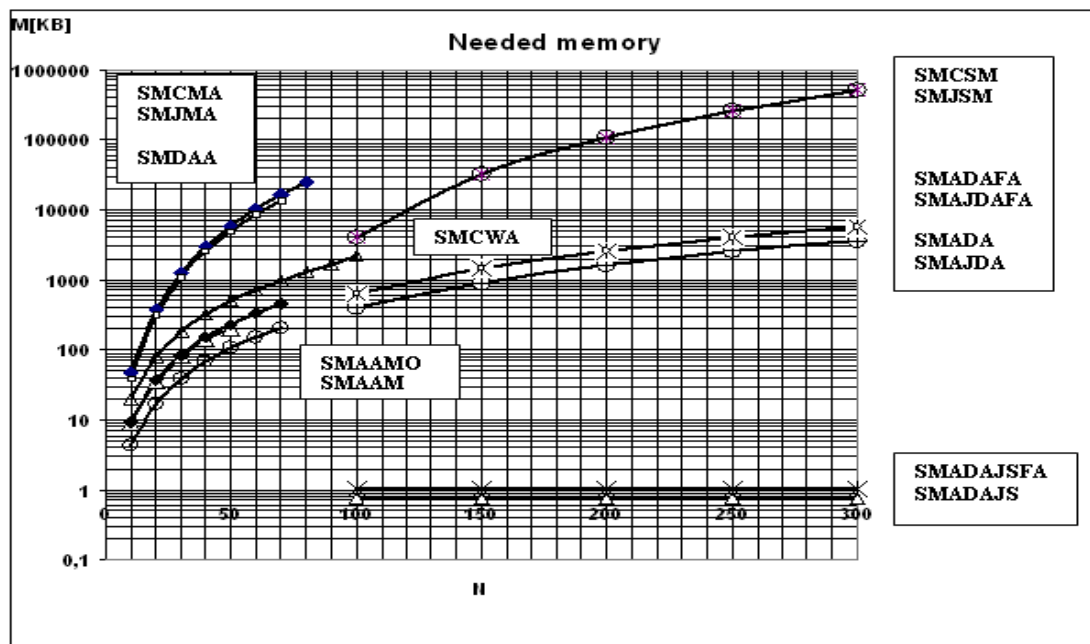
N	SMCWA S[Sec.]	SMDAA S[Sec.]	SMJMA S[Sec.]	SMCMA S[Sec.]	SMCSM S[Sec.]	SMADA S[Sec.]	SMAJDA S[Sec.]	SMJSM S[Sec.]	SMAAM S[Sec.]	SMAAMO S[Sec.]
10	0,61	0,67	0,18	0,33	-	-	-	-	0,88	1,01
20	1,87	0,671	3,25	1,23	-	-	-	-	4,13	6,48
30	5,56	5,54	11,86	3,82	-	-	-	-	21,98	32,42
40	12,46	17,29	70,93	5,16	-	-	-	-	59,70	93,75
50	21,67	30,43	91,93	7,91	0,256	0,174	-	-	147,86	195,82
60	39,36	55,30	-	13,11	-	-	-	-	332,85	429,29
70	59,57	82,58	-	20,81	-	-	-	-	659,57	763,48
80	87,92	-	-	31,82	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	44,90	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	61,33	0,88	0,96	1,81	1,67	-	-
150	-	-	-	-	2,79	1,61	3,53	3,67	-	-
200	-	-	-	-	4,40	3,22	6,89	5,81	-	-
250	-	-	-	-	8,30	4,78	7,45	8,09	-	-
300	-	-	-	-	14,97	7,43	12,42	11,17	-	-
N	SMADAF S[Sec.]	SMAJDAFA S[Sec.]	SMADAJFSFA S[Sec.]	SMADAJJS S[Sec.]						
100	38,95	39,69	0,85	0,38						
150	122,59	122,15	1,29	0,53						
200	292,99	291,4	2,10	0,59						
250	605,89	581,23	2,99	0,75						
300	985,8	902,52	3,22	0,83						



Фигура 1. Бърздействие

Таблица 2. Необходима памет

N	SMCWA M[KB]	SMDAA M[KB]	SMJMA M[KB]	SMCMA M[KB]	SMCSM M[KB]	SMADA M[KB]	SMAJDA M[KB]	SMJSM M[KB]	SMAAM M[KB]	SMAAMO M[KB]
10	8,816	20,016	38,4	46,4	-	-	-	-	4,336	9,424
20	35,216	80,016	313,6	377,6	-	-	-	-	17,004	37,400
30	79,216	180,016	1065,6	1274,4	-	-	-	-	38,240	83,440
40	140,816	320,016	2534,4	3033,6	-	-	-	-	67,492	149,488
50	200,016	500,016	4960	5960	-	-	-	-	106,032	230,864
60	316,816	720,016	-	10310,4	-	-	-	-	151,784	332,968
70	431,216	980,016	-	16385,6	-	-	-	-	207,844	452,752
80	563,216	-	-	24473,6	-	-	-	-	-	-
90	-	-	-	34862,4	-	-	-	-	-	-
100	-	-	-	47840	4030	401	401	4010	-	-
150	-	-	-	-	32080	902	902	32030	-	-
200	-	-	-	-	108140	1630	1630	108140	-	-
250	-	-	-	-	256230	2540	2540	256060	-	-
300	-	-	-	-	500340	3604	3604	500080	-	-
N	SMADAF M[KB]	SMAJDA M[KB]	SMADAJ M[KB]	SMADAJ M[KB]						
100	640	640	1,048	0,780						
150	1440	1440	1,048	0,780						
200	2580	2580	1,048	0,780						
250	4000	4000	1,048	0,780						
300	5780	5780	1,048	0,780						



Фигура 2. Необходима памет

REFERENCES

1. Kolchakov K., Monov V. Adaptive Algorithm for Management by Weight Coefficients of the Traffic in Crossbar Commutator (in the press).
2. Kolchakov K., Monov V. An Algorithm for Non – Conflict Schedule with Diagonal Activation of Joint Sub Matrices, 17-th International Conference on "DISTRIBUTED COMPUTER AND COMMUNICATION NETWORKS (DCCN-2013): "CONTROL, COMPUTATION, COMMUNICATIONS, Moscow, October 07-10, 2013, pp. 180-187, ISBN 978-5-94836-366-0.
3. Kolchakov K. Non- conflict schedule through finite automats in switching nodes. International Conference Automatics and Informatics `13 03-07.10.2013 Sofia, Bulgaria. Proceedings: ISSN 1313 – 1850, Proceedings CD: ISSN 1313 – 1869. pp. I-191 - I-194.
4. Kolchakov K., Tashev T. "An Algorithm of Non-conflict Schedule with Joint Diagonals Activation of Connectivity Matrix", Proceedings of the International Conference on Computer Systems – CompSysTech`12, 22-23 June 2012, Ruse, Bulgaria, ACM PRESS, ICPS, VOL.630, pp.245-250, ISBN 978-1-4503-1193-9.
5. Kolchakov K. Examination on Algorithms for Non Conflict Schedule with Diagonal Activation in Case of a Large Size Switching Matrix. International Conference Automatics and Informatics `12 03-05.10.2012 Sofia, Bulgaria. Proceedings CD: ISSN 1313 – 1869. pp.341-344.
6. Kolchakov K., "An Algorithm Synthesis of Non-Conflict Schedule by Diagonal Connectivity Matrix Activation" Proceedings of the International Conference AUTOMATICS AND INFORMATICS`11, John Atanasoff Society of Automatics and Informatics, Bulgaria, Sofia 03.10-07.10.2011., pp. B-247 – B251, Proceedings ISSN 1313-1850, CD ISSN 1313-1869
7. K. Kolchakov, "An Approach for Performance Improvement of Class of Algorithms for Synthesis of Non-conflict Schedule in the Switch Nodes" , Proceedings of the 11th International Conference on Computer Systems and Technologies, CompSysTech`10, 17-18 June 2010, Sofia, Bulgaria, pp.235-239, ISBN 978-1-4503-0243-2.
8. Kolchakov K., Software Models with Sparse Mask Matrices for Non-Conflict Schedule obtaining in a Switching Node, Доклад в трудове на международна конференция (DCCN – 2009), "Distributed Computer and communication networks DCCN 2009", Moscow: R&D Company "Information and Networking technologies" ISBN 978-5-9901871-1-5 София, България, Октомври 5 – 9, 2009, стр. 121-126.
9. K.H.Kolchakov, An approach for non-conflict schedule synthesis – modeling and optimization, Доклад в Сборник научных трудов

том 10 Интеллектуальные системы и технологии УДК 004.896(06), Научная сессия МИФИ – 2008, Москва 2008, стр. 100 – 101, ISBN 978-5-7262-0883-1.

10. Kolchakov K.H., Non-conflict Schedule Synthesis Based on Communication Matrix Scanning, Доклад в Сборник научных трудов том 3 Интеллектуальные системы и технологии, Научная сессия МИФИ – 2007, Москва 2007, стр.132 - 133.
11. Kolchakov K., A Modeling Approach for Obtaining of a Non – Conflict Schedule, "Distributed Computer and communication networks DCCN 2007", Moscow, September 10-12, 2007, pp.168-173.
12. К.Колчаков "Моделиране на подход с матрици-маски за получаване на безконфликтно разписание в комутационен възел". Работна статия в поредицата на ИИТ-БАН, ИТ/WP-238В, Ноември 2007.
13. K.Kolchakov, Algorithm for Synthesis of Non-conflict Schedule in a Communication Node, Доклад на Българо-руския семинар (DCCN – 2006), Sofia, Bulgaria, Oktober 30 - November 2, 2006, pp. 149 – 155.
14. K.H.Kolchakov, Synthesis approach of optimized non-conflict schedule in communication node, Доклад в Сборник научных трудов том 3 Интеллектуальные системы и технологии, Научная сессия МИФИ – 2005, Москва 2005, стр. 162-163.
15. Tashev T. Computer simulation of schedule algorithm for high performance packet switch node modelled by the apparatus of generalized nets. Proceedings of the 11th International Conference CompSysTech`2010, 17-18 June 2010, Sofia, Bulgaria. ACM ICPS, Vol.471, pp.240-245.
16. Kolchakov, K., Synthesis of an Optimized Non-conflict Schedule Accounting the Direction of Messages Transfer in a Communication Node. Cybernetics and Information Technologies, Bulgarian Academy of Sciences, Vol. 4, No 2, 2004, pp. 88-95, Sofia.
17. D. Serpanos, P. Antoniadis."FIRM: A Class of Distributed Scheduling Algorithms for High-Speed ATM Switches with Multiple Input Queues", *IEEE Infocom 2000 Conference*, Tel Aviv, Israel, March 2000.
18. Tashev, T. , Atanasova, T. Computer Simulation of MIMA Algorithm for Input Buffered Crossbar Switch. International Journal "Information Technologies & Knowledge", Volume 5, Number 2, 2011. ИТНЕА®, Sofia, Bulgaria. Pages 183-189.
19. P. Gupta, N. McKeown, "Designing and Implementing a Fast Crossbar Scheduler", *IEEE Micro*, Jan.-Feb. 1999, pp.20-28.