

## SDPS ширококоловтов хендовър с общи приоритети

Драган Станковски, Димитър Радев

*We consider a system where the arrivals form a Poisson process and the required service times of the requests are exponentially distributed. The requests are served according to the state-dependent (Cohen's generalized) processor sharing discipline, where each request in the system receives a service capacity which depends on the actual number of requests in the system. For this system we derive systems of ordinary differential equations for the LST and for the moments of the conditional waiting time of a request with given required service time as well as a stable and fast recursive algorithm for the LST of the second moment of the conditional waiting time, which in particular yields the second moment of the unconditional waiting time. Moreover, asymptotically tight upper bounds for the moments of the conditional waiting time are given. The presented numerical results for the first two moments of the sojourn times in M/M/m/PS systems show that the proposed algorithms work well.*

**Key words:** SDPS, queue, handover, handover priority system, markovian chain.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Предполага се, че времената за обслужване в хендовъра са експоненциално разпределени и системата може да бъде представена като тримерна Марковска верига. Това води до много неточности, а в определени случаи и до невъзможност за определяне на ефективни работни параметри на хендовъра. Разгледаните до тук схеми ни убеждават, че моделирането и анализът на хендовъра, съответства на компютърните и комуникационни системи, в които напоследък широко се използват системи с разделяне на процесорно време. Поради тази причина в изследването се предлага един нов модел за обслужване на хендовъра, който се реализира с процесорно разделяне на трафичните потоци. Моделът се разглежда като M/GI/ система с процесорно разделяне на обслужването, зависимо от състоянията SDPS (State Dependent Processor Sharing).

### АНАЛИЗ НА ХЕНДОВЪРА ПРИ SDPS ОБСЛУЖВАНЕ

Една система работи по дисциплината SDPS, когато заявките пристигат като Поасонов процес с интензивност на заемане  $\lambda_H$ . Времето за обслужване в хендовъра  $H$  представлява общото време за обслужване с крайна средна стойност  $m_H = E[H]$ .

Процесът на заемане в една M/GI/SDPS система съответства на процесорно разделяне между  $r$  сървъра и може да се обозначи като M/GI/ $r$ -PS. Допуска се, че в SDPS системата съществуват  $n \in N := \{1, 2, \dots\}$  заявки в дадения възел или както е в нашия случай хендовъра. Всяка заявка получава положителен капацитет на обслужване  $\varphi(n)$ . Тогава времето за пребиваване  $T_H$  на една произволна заявка в хендовъра, която се обслужва за време  $H$  може да бъде определена от формулата на Литъл като:

$$E[T_H] = \frac{1}{\lambda_H} \sum_{n=0}^{\infty} np(n) = m_H \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{\varphi(n+1)} p(n), \quad (1)$$

където предлаганото натоварване  $\rho = \lambda_H m_H$  при положителен капацитет  $\varphi(l)$  на стационарното разпределение се определя от вероятността:

$$p(n) = \left( \sum_{l=0}^{\infty} \prod_{l=1}^n \frac{\rho}{l\varphi(l)} \right)^{-1} \prod_{l=1}^n \frac{\rho}{l\varphi(l)}. \quad (2)$$

Най-често времето за обслужване се използва отрязано експоненциално разпределение  $B(x)$  с параметър  $\mu \in \mathbb{R}_+$  и детерминистично време  $d \in (0, \infty)$ :

$$B(x) = 1 - I\{0 \leq x < d\}e^{-\mu x}, \quad \mu \in \mathbb{R}_+ \quad (3)$$

Като частен случай се разглежда системата при параметър  $\mu=0$ . В този случай  $m_H=d_H$  и  $T_H$  може да се определи, като времето на пребиваване е една M/D/r-PS система. Условието за устойчивост на тази система е  $\rho=\lambda_H d_H < r$ . Решението на системата се получава чрез линейна система от диференциални уравнения:

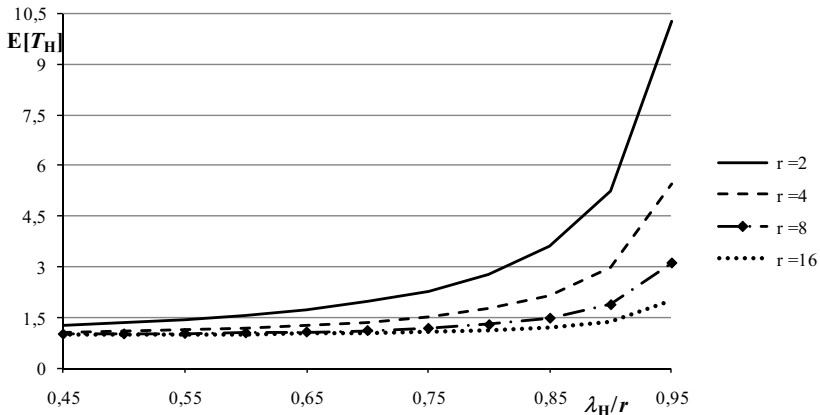
$$g_{n,m}^{(1)}(x) = p(0) \frac{(d-x)^{n-m}}{(n-m)!} h_{n,m}^{(1)}(x), \quad (4)$$

$$0 < m \leq n, \quad 0 \leq x < d_H$$

където  $sh_{n,m}^{(1)}(x)$  е обозначено минималното неотрицателно решение на тази линейна система:

$$\begin{aligned} \varphi(n) \frac{d}{dx} h_{n,m}^{(1)}(x) = & -\lambda h_{n,m}^{(1)}(x) + I\{m > 1\} \lambda_{n-1,m-1}^{(1)}(x) + \\ & + \varphi(n+1) h_{n,m}^{(1)}(x) + \left( \prod_{j=1}^n \frac{\lambda}{\varphi(j)} \right) \frac{x^{m-1}}{(m-1)!} \end{aligned} \quad (5)$$

Като една илюстрация на фиг. 1 са показани резултатите, получени от решението на (36) за различен брой на сървърите  $r (r = 2, 4, 8, 16)$  за първият момент  $E[T_H]$  при единица време ( $d_H=1$ ).



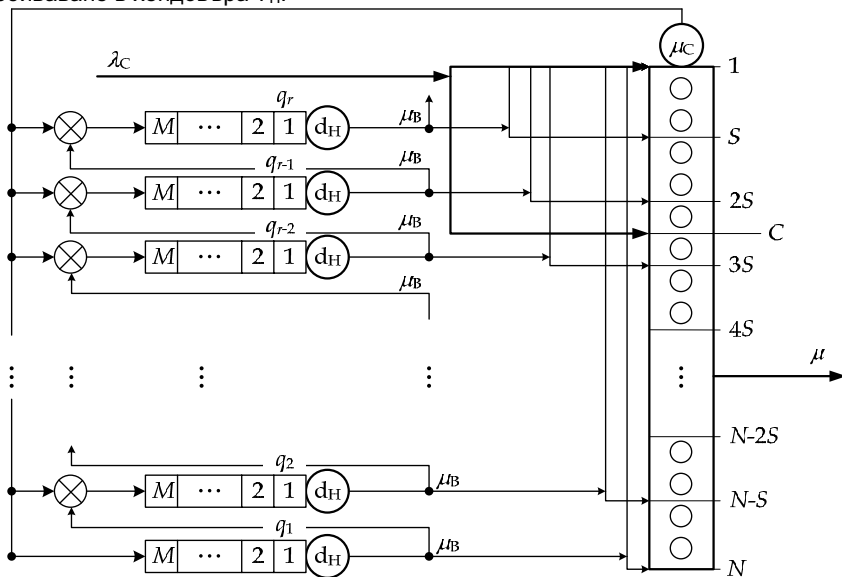
Фиг. 1. Времена на пристигане в M/D/r-SDPS опашка

Приема се, че предлаганото натоварване  $\rho = \lambda_H/r$  и времето за обслужване  $d$  в опашките на хендовъра имат едни и същи параметри, т.е. и опашките за трафик от данни и гласови повиквания са с еднаква дължина  $M_R = M_N$ .

Анализът на получените резултати показва, че при големи стойности на предлаганото натоварване  $\rho$ , както е например при широколентовите мобилни безжични мрежи, времето за пребиваване в хендовъра  $T_H$  значително се увеличава. Един от начините за отстраняване на този недостатък е адекватното увеличение на броя на потоците в системата. Например, при  $\rho=0,95$  средното време за пребиваване в хендовъра е  $T_H < 2$  при брой на сървърите  $r=16$ .

### СХЕМА НА SDPS ХЕНДОВЪР С ОБЩИ ПРИОРИТЕТИ

Локалното експоненциално време за обслужване в хендовъра в модела се изчислява посредством времето за пребиваване в M/GI/2-PS трафична система (система от две опашки с обобщено процесорно разделяне на времената за обслужване). Поради тази причина по-нататък се анализира само времето за пребиваване в хендовъра  $T_H$ .



Фиг.2 Модел на пълен приоритет с SDPS хендовър

В съответствие с предходния раздел тук се предлага една нова схема за управление на хендовъра със зависимо от състоянията процесорно разделяне SDPS. В тази схема са използвани  $r$  паралелни опашки и сървъри за обслужване на хендовъра където  $r > 2$ . Както е показано на фиг. 2 всички опашки имат една и съща максимална дължина  $M$ , което е постигнато с еднакво за всички средно детерминистично време за обслужване  $m_H = d_H$ , т.е. обслужването в хендовъра е представено като една M/G/r-SPDS система.

Броят на опашките  $r$  в тази схема е определен от условието за устойчивост на системата и зависи от нейното предлагано натоварване  $\rho$

$$\rho = \lambda_H \cdot d_H = (\lambda_R + \lambda_{NR}) \cdot d_H < r. \quad (6)$$

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В тази схема се отстранява необходимостта от различна дължина на опашките за трафик в реално време  $M_R$  и трафик на данни със закъснение  $M_N$ . Освен това не се разделя трафика на новите повиквания, с което се намалява времето на обслужване в каналите с. Нещо повече, чрез прилагане на FIFO дисциплина за обслужване на опашките могат да се присвояват различни приоритети в схемата. Когато няма свободни канали в базовата станция повикванията чакат в опашките на хендовъра. Когато опашка  $q_1$  се напълни, повикванията пристигат в опашка  $q_2$ , след това в опашка  $q_3$  и т.н. до опашка  $q_r$ . Очакващите обслужване заявки в хендовъра се изтриват от опашката, когато преминат през хендовър зоната преди да заемат канал или при приключване на комуникацията преди преминаването им през хендовър зоната.

Когато липсват свободни канали в мобилната клетката, новите заявки се обслужват по FIFO правила в опашка  $q_1$  на хендовъра. При наличие на свободни канали по FIFO правила се обслужват заявките от хендовъра опашка  $q_1$ . Ако има свободни повече от  $(N-S)$  канала в мобилната клетка, то се обслужват заявките от опашка  $q_2$  на хендовъра и т.н. Ако има повече от  $3S$  свободни канала, то се обслужват заявките от опашка  $q_{(r-2)}$ . При освобождаване на повече от  $2S$  канала, то се обслужват заявките от опашка  $q_{(r-1)}$  по FIFO правила. Ако повече от  $S$  канала са свободни, тогава се обслужват заявките от опашка  $r$  по FIFO правила.

По този начин могат да се реализират приоритети за трафичните потоци в реално време и трафичните потоци от заявки с данни. От връзката на предлаганото натоварване между новите заявки с данни и новите гласови повиквания може да се определи и точното съотношение на между броя на опашките за гласови повиквания и за данни в хендовъра.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Brown, L., Shen, H., Analysis of service times for a bank call center data, TR, University of Pennsylvania, USA, 2002.
- [2] Dette, H., Munk, A., Wagner, T., Estimating the variance in nonparametric regression—what is a reasonable choice?, Journal of Royal Statistical Society, Series B, 60, 1998, 751–764.
- [3] Hall, P., Kay, J., Titterington, D., Asymptotically optimal difference-based estimation of variance in nonparametric regression, Biometrika, 77, 1990, 521–528.
- [4] Levins, M., On The New Local Variance Estimator, PhD Thesis, University of Pennsylvania, USA, 2002.
- [5] Loader, C., Local Regression and Likelihood, Springer, New York, 1999.

### За контакти:

инж. Драган Станковски Катедра “Комуникационна техника и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 0878 252 488, e-mail: draganstankovski@gmail.com

проф. д-н Димитър Радев, Катедра “Комуникационна техника и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 212, e-mail: dradev@abv.bg

**Докладът е рецензиран.**