

Моделиране на достъпа на повикване в 4G мобилни мрежи

Димитър Радев, Драган Станковски

Call Admission Control in 4G mobile networks: An Call Admission Control (CAC) model for 4G mobile networks with tree buffers and six levels of services is suggested. Differences between CAS in 3G and 4G mobile networks are discussed. Analytical model of CAC for voice, data and video data is developed, which will increase the Quality of Service in mobile communication networks.

Key words: CAC, Mobile networks, 4G, Handover, HO, Queuing system.

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните години се наблюдава значително нарастване на относителния дял на използването на безжични комуникационни технологии, при преноса на данни. Особен интерес представляват мултимедийните услуги на безжичните мобилни мрежи, при което възниква въпроса, за осигуряване на ефективно управление на достъпа - CAC (Call Admission Control) до техните ресурси.

Осигуряването на такова управление е основна предпоставка, за качеството на обслужване – QoS (Quality of Service). При ограничен мрежов ресурс по време на поддържане на различните услуги се очаква да бъде осигурен начин за ефективно използване на мрежовия ресурс, което се реализира, чрез така наречения хендовър на управлението на достъпа. Съществуват различни модели на CAC, които се опитват да решат възникващите въпроси при разпределение на мрежовия ресурс [5]. Особен интерес представляват моделите свързани с предаване на говор, информация и видео повиквания [3] и [5]. Такива повиквания могат да бъдат реализирани, като нови повиквания или като хендовър повиквания [2]. В това изследване се предлага модел, който арбитрира приоритета между различните видове услуги: гласови повиквания, видео повиквания и предаване на данни [7], реализирани като нови или като хендовър повиквания. Създаден е нов модел с три приоритетни нива, поддържащ шест класа на обслужване в мобилни безжични мрежи. Този модел функционира в рамките на схема за запомняне на канали.[8]

Поддържането на приоритета на хендовъра се реализира, чрез мрежа от опашки, като се разглеждат различни дисциплини на обслужване на повикванията.

МОДЕЛИРАНЕ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА ПОВИКВАНИЯТА

За осигуряване на ефективно управление на достъпа до повикванията е необходимо да се разработят средства за поддържане на баланса при две противоположни изисквания. Първо: увеличаване на коефициента на натоварване, чрез намаляване на принудителните повиквания и второ: загуба на сигнала при хендовъра. Увеличаването на коефициента на натоварването е свързано с максималния брой на допуснатите в мрежата повиквания. Това води до намаляване на мрежовия ресурс и се определя от капацитета на опашката. Запълването на максималният капацитет на хендовъра, води до загуба на повиквания, при което заявките се отхвърлят от мрежата.

При моделиране на управлението на повикванията, 3G мобилната мрежа няма възможност да приема заявки след запълване на нейния капацитет. Този недостатък се отстранява при 4G мобилните мрежи, като се използва динамичен безжичен достъп, при който се прогнозира броя на заявките. По такъв начин модела осигурявана по-голяма трафична плътност на клетката.

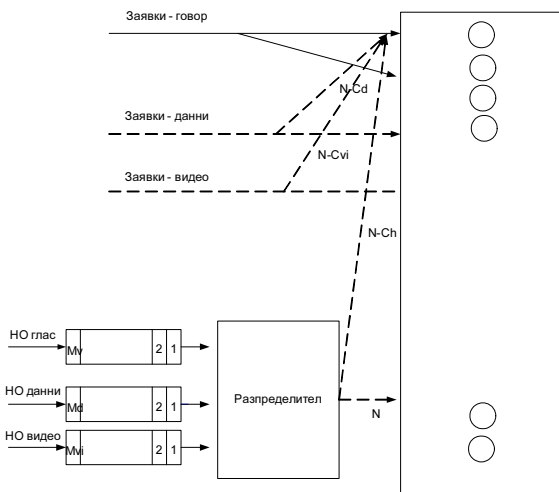
Използва се схема, при която базовата станция взема решение за информацията постъпваща в клетките на мрежата. Размерът на клетката не е фиксиран и зависи от трафичната плътност. Поради взаимната интерференция

параметрите на съседните клетки се променят значително. Увеличаване на трафичния капацитет става чрез йерархична структура на клетките. В [3] и [5] се предлагат модели с два буфера, в които постъпват гласови данни и файлове.

Прагът, при който системата взема решение за различните типове услуги се определя от базовите станции, с разпределение на Ерланг, за отделните трафични класове (глас, видео, файлове с данни). Първоначалните изчисления се предават на мрежовия контролер, като за всеки времеви интервал се изготвят прогнозни решения.

МОДЕЛ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ДОСТЪПА

Основен момент при разработването на модел за управление на достъпа е определението на вероятността за трафик на хендовъра. При 4G мобилни мрежи се предлага нов модел с три буфера и шест класа на обслужване (фиг.1).



Фиг.1. 4G модел на управление на достъпа

Нека хомогенната мобилна мрежа съдържа n клетки с фиксирана дължина, като честотата и канала не се променят. За разлика от 3G мобилните мрежи тук повикванията в хендовъра HO се предават от една клетка към друга чрез приоритет. Във всяка клетка едновременно с HO повикванията могат да постъпват и n нови повиквания. За правилното функциониране на тази мрежа е необходимо да се въведат приоритетни нива, както за новите, така и за HO повикванията, което се подреждат и обслужват преди новопостъпилите повиквания. Предлаганият модел има шест нива: нови гласови повиквания (NC - Voice), нови данни (NC- Data), нови видео потоци (NC - Video), гласови повиквания на хендовъра (HO - Voice), хендовър данни (HO - Data) и хендовър видео (HO - Video).

Основни параметри на модела са следните: брой на резервирани канали на HO - C_h ; брой на каналите за глас - C_v , при $C_v \geq C_h$; брой на видео канали - C_{vi} , при $C_{vi} \geq C_h$; брой свободни канали на дадена клетка - N ; брой на клетки в опашката - M_v , M_d , M_{vi} , - съответно за глас, данни и видео.

Моделът съдържа три прага: $N - C_v$, $N - C_d$ и $N - C_{vi}$. Новите повиквания в модела, N_v , N_d и N_{vi} се обслужват, само ако броят на каналите е по-голям от зададения капацитет C_v, C_d, C_{vi} .

Хендовърът се обслужва при свободни канали, като в противен случай заявките се подреждат опашка и чакат освобождаване на канали.

Като приоритет за опашка на канали се дефинират три основни критерия: :

- Дисциплина на обслужването FIFO - пръв постъпил, пръв обслужен. Приоритетно се използва ресурса от заявки чрез Head of Line (HOL).
- Дължината на опашката позволява задаване на приоритет на заявките от НО.
- При препълване на каналите, заявките се подреждат в опашка на системата и чакат.

ПАРАМЕТРИ НА МОДЕЛА

При изграждането на модела се допускат следните предположения:

- Сесията на продължителността на гласовите заявки T_{cv} има независимо и случайно разпределение с параметър $1/\mu_{cv}$;
- дължината на лентата на данните и на видеото има експоненциално разпределение .
- Времето за престой в опашката има експоненциално разпределение (dwell) $1/\mu_{dwell}$

Следствие на допусканията всеки зает канал става достъпен, само при получаване на обслужване или при НО. Клиентът, който се обслужва и излиза от обхвата на клетката, освобождава и канала.

По този начин заемането на канал се представя посредством експоненциални разпределения, чиито средни стойности се определят от математическото очакване на случайните процеси: $E[T_v] = 1/\mu_v$, $E[T_d] = 1/\mu_d$ и $E[T_{vi}] = 1/\mu_{vi}$:

$$\begin{aligned} E[T_v] &= \frac{1}{\mu_v} = \frac{1}{\mu_{cv} + \mu_{dwell}} \\ E[T_d] &= \frac{1}{\mu_d} = \frac{1}{\mu_{cd} + \mu_{dwell}} \\ E[T_{vi}] &= \frac{1}{\mu_{vi}} = \frac{1}{\mu_{cvi} + \mu_{dwell}} \end{aligned} \quad (1)$$

Времето за задържане в хендовъра T_w също има експоненциално разпределение с параметър $1/\mu_w$. Заявките на пристигане могат да се разглеждат,

като процеси с Поасоново разпределение, чиито параметри са $\lambda_{nv}, \lambda_{nd}, \lambda_{nvi}$. Интензитетът на пристигането на заявките се получава, чрез израза: $\lambda_{nv} = E[C_v]\mu_{dwell}$

Аналогично се получават и интензитетът за предаване на данни: $\lambda_{nd} = E[C_d]\mu_{dwell}$, както и за видео услуги: $\lambda_{nvi} = E[C_{vi}]\mu_{dwell}$

В следствие на това се получава общият интензитет на системата:

$$\lambda_t = L_d \mu_{dwell} \quad (2)$$

Интензитетът на заявките в НО се получава, чрез средната стойност на информацията, която пристига в клетките на НО:

$$\lambda_{hd} = \lambda_{hd} + \lambda_{vi} + \lambda_t = (E[C_d] + L_d + E[C_{vi}] + L_{vi})\mu_{dwell} = (N_d + N_{vi})\mu_{dwell}, \quad (3)$$

където N_d, N_{vi} са средния брой на информация която пристига под формата на НО заявка в съответните клетки.

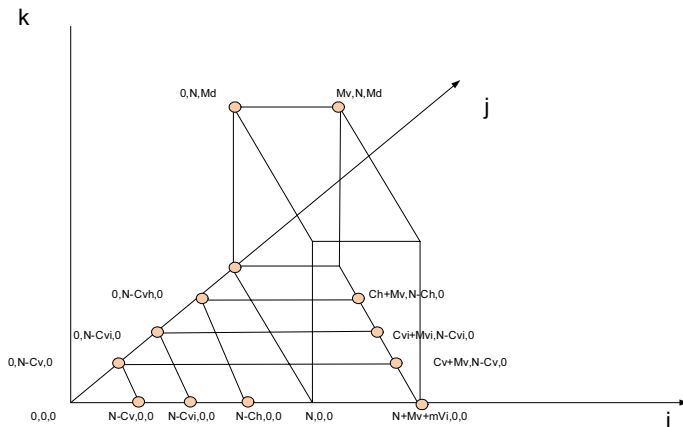
ОПИСАНИЕ НА СЪСТОЯНИЕТО НА МОДЕЛА ЧРЕЗ МАРКОВСКА ВЕРИГА

Състоянието на клетките за време $t \in IR^+$ се описва, чрез система от пет вектора $(X_t, Y_t, Z_t, Q_t, W_t)$:

- X_t - вектор на канали за предаване на глас в, и извъни хендовъра;
- Y_t - вектор на канали при предаване на данни;
- Z_t - вектор на заявките за предаване на данни в хендовър, и в опашката на хендовър;
- Q_t - вектор на каналите за предаване на видео информация;
- W_t - вектор на заявките, за предаване на видео в хендовър и опашката.

В модела на състоянията на 4G мрежи (фиг.2) се приема, че всички заявки в системата пристигат с поасоново разпределение $E(X_{t+\Delta}, Y_{t+\Delta}, Z_{t+\Delta}, Q_{t+\Delta}, W_{t+\Delta})$ и време на обслужване с разпределение по експоненциален закон $\sigma(X_u, Y_u, Z_u, Q_u, W_u; u < t)$ т.е. системата се изследва като марковска верига без последствие.

На фигура 2 е показано състоянието на мрежата при 4G модела. В резултат на това моделът може да се представи, чрез процесите на раждане и умирање в ергодична дискретна марковска верига с краен брой състояния (X, Y, Z, Q, W) .



Фиг. 2. Състояния на 4G модела

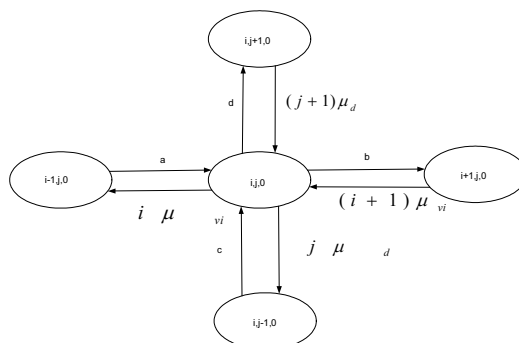
Тогава всяко състояние може да се представи, чрез параметрите i, j, k , където:

$$i \in [0, \dots, N + M_v + M_{vi}] \quad (4)$$

$$j \in [0, \dots, N] \quad (5)$$

$$k \in [0, \dots, M_d + M_{vi}] \quad (6)$$

В обобщен вид марковската верига на състоянията може да се представи, чрез интензитета на преходите показани на фиг.3 Тази марковска верига дава възможност да се анализират възможните варианти за състояния с ограничен и безкраен буфер на заявките.



Фиг. 3. Марковска верига на състоянията.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложеният модел за достъпа в 4G мобилна мрежа, в който чрез използване на нов подход на пристигане на заявките за обслужване се подобрява качеството на обслужване на трафикните потоци.

Предлаганият модел се основава на наличието на три буфера, за заявки за глас, за заявки за данни и заявки за видео информация, които заедно с хендовъра образуват шест нива на обслужване

С помощта на марковски вериги на състояние, моделът дава възможност да се анализират безкрайни генератори на марковски вериги в случаи на HOL и QLT, при различни състояния и брой на заявките, който да е по-голям от капацитета на опашката.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Bose, S. An Introduction to Queueing Systems. Kluwer Academic Publishers. Boston, 2002;
- [2] Kim, Sung-Eun., Efficient and QoS Guaranteed Data Transport in Heterogeneous Wireless Mobile Networks, Georgia Institute of Technology, May 2006;
- [3] Melia, Telemaco, IP Converged Heterogeneous Mobility in 4G networks -Network-side Handover Management Strategies, Georg-August-Universität zu Göttingen 2007;
- [4] Mick, J., J. Brick. Bit-slice Microprocessor Design. New York: McGraw-Hill Book Company, 1980;
- [5] Naja, Rola. Gestion de mobilite et allocation de ressources dans le reseaux multiservices sans fil., Ecole nationale superieure des telecommunications., Paris 2003 ;
- [6] Shengjie Z., Video transmission over wireless networks, Texas University, 2001;
- [7] Trivedi, K. Probability and Statistics with Reliability, Queuing, and Computer Science Applications. John Wiley & Sons. New York, 2001.
- [8] Iliev, T., G. Hristov, P. Zahariev, M. Iliev, Application and evaluation of the LDPC codes for the next generation communication systems. //Novel Algorithms and Techniques in Telecommunications, Automation and Industrial Electronics, Springer, 2008, p. 532–536

За контакти:

Проф. д-н инж. Димитър Радев, Катедра “Комуникационна техника и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082/888 683, e-mail: dradev@abv.bg

инж. Драган Станковски, Катедра “Комуникационна техника и технологии”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082/888 883, e-mail: draganstankovski@gmail.com

Докладът е рецензиран.