

МОДЕЛИРАНЕ НА СХЕМИ ЗА ПРИОРИТЕТИ В ХЕНДОВЪРА ПРИ ШИРОКОЛЕНТОВИ БЕЗЖИЧНИ МРЕЖИ

Светла Радева

доцент във Висшето държавно училище
„Колеж по телекомуникации и пощи” - София,
svetla_ktp@abv.bg

Резюме: *Разглежда се прехвърлянето на сигнала извършвано от хендовъра, при което текущото повикване се прехвърля към друга базова станция. Показани са принципите на работа на хендовъра при преместването на мобилната станция и прехвърлянето на сигнала от една към друга базова станция. Представени са различните видове хендовър и концепциите за тяхното функциониране. Разгледани са схеми за приоритети в хендовъра, като са представени преимуществата и недостатъците на приоритетните схеми с резервиране на канала, схемите с приоритетни опашки и приоритетните схеми с разделяне на канала. Показани са преимуществата на схемата с приоритетна опашка, базирана на измервания, при която приоритета на обслужване се определя динамично в зависимост от резултатите, получени от измерванията на силата сигнала. При тази схема приоритетите на обслужване на заявките динамично се променят, като заявките, които чакат в опашката на хендовъра непрекъснато се сортират в съответствие с тези приоритети. Представен е модел на GSM 2G хендовър, за който са определени приоритети на обслужване.*

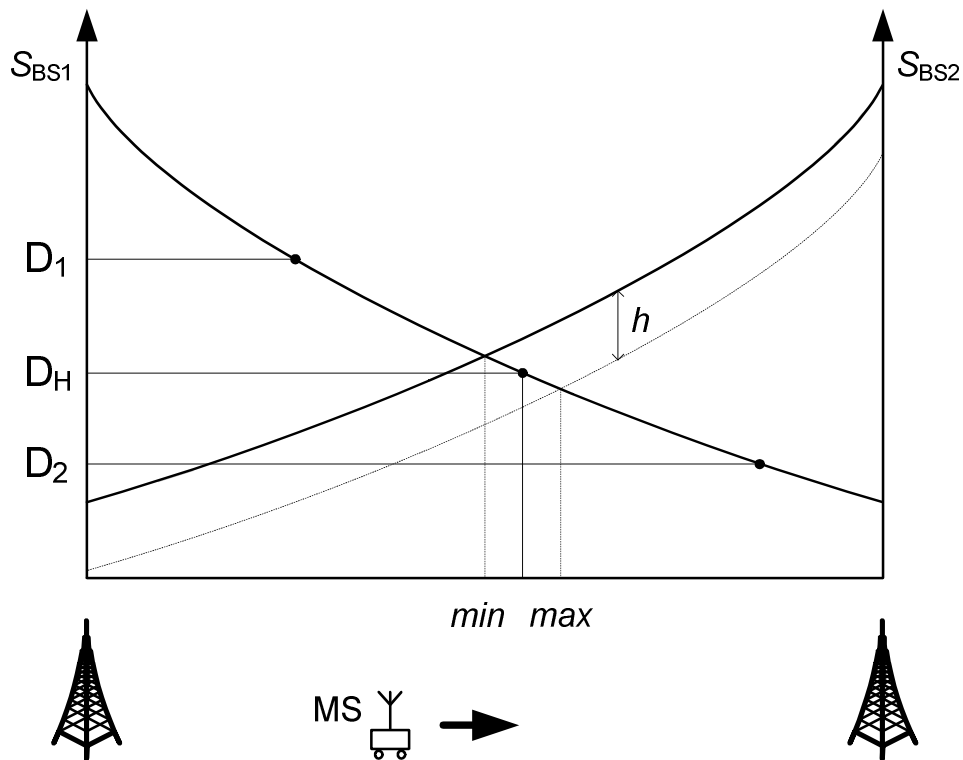
Ключови думи: *Широколентови безжични мрежи, Хендовър, Теория на опашките.*

ACM Classification Keywords: *C2.1. Network Architecture and Design, C.4 Modeling Techniques, G3. Queuing Theory*

ВЪВЕДЕНИЕ

Основната цел на хендовъра е прехвърляне на сигнала, при което текущото повикване се прехвърля към друга базова станция [1]. Тъй като мобилната станция се премества (понякога с висока скорост) от едно място на друго, това може да доведе до евентуална загуба на повикването на потребител на мрежата при преместването в друга клетка или зона [2]. Възможно е също така броят на потребителите в зоната да се променя, докато тече повикването за един потребител, като същевременно мрежата трябва да смени честотите на текущото повикване [3]. Потребителят може да излезе от зоната на покритие на UMTS мрежата и да бъде обслужен от една GSM/GPRS мрежа [4].

Принципът на работа на хендовъра е показан на Фиг. 1, където мобилната станция MS се премества от една базова станция към друга. Средната сила на сигнала към първата базова станция намалява при отдалечаването на мобилната станция от нея [5]. От друга страна средната сила на сигнала към втората базова станция нараства с приближаването на мобилната станция към нея.



Фиг. 1. Прехвърляне на текущо повикване към друга базова станция.

Ако текущият сигнал стане по-слаб от праговата стойност $D1$ при приближаване на мобилната станция към хендовър зоната, тогава повикванията на потребителите се обслужват само ако към новата базова станция има сигнал, по-силен от хистерезисния праг h . При смяната на радио канала използван от мобилната станция, новият канал може да бъде в рамките на същата клетка (вътрешно-клетъчен хендовър) или в друга клетка (външно-клетъчен хендовър). Процесът стартира, когато силата на сигнала към мобилната станция, получаван от две съседни базови станции надхвърли една фиксирана прагова стойност h , наречена праг на хендовъра [6]. Това се реализира в хендовър зоната между \min и \max на Фиг.1, където съотношението между нивата на текущия сигнал, идващ от първата базова станция и сигналът, получен от следващата най-близка базова станция се намира между праговете на хендовъра и приемника. Ако силата на сигнала от текущата базова станция падне под прага на приемника на мобилната станция преди последната да получи канал от нова базова станция, то повикването се прекъсва и прехвърлянето на сигнала не се реализира.

КОНЦЕПЦИИ ЗА ХЕНДОВЪРА

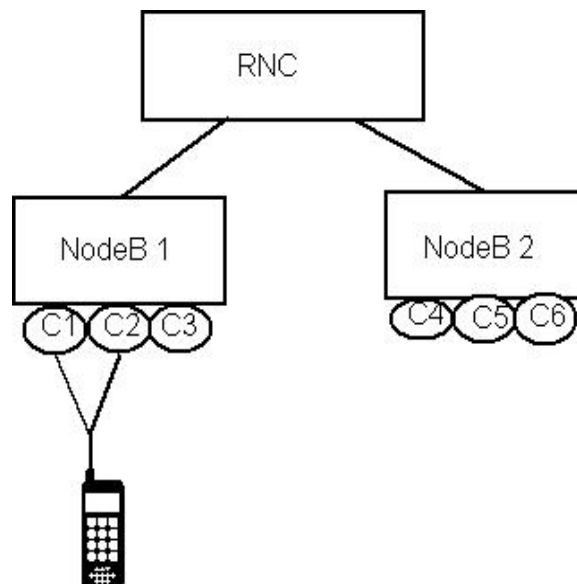
Различните видове хендовъри се подразделят на:

- По-мек хендовър;
- Мек хендовър;
- Вътрешно-честотен твърд хендовър;
- Външно-честотен твърд хендовър;
- SRNS дислоциране;
- Външен RAT твърд хендовър.

По-мек хендовър

Строго казано мекият хендовър не е същински хендовър, защото при него за да се подобри качеството на приемане се комбинират повече от една радио връзки [7]. Нека даден възел В комбинира данните от повече от една клетки за постигане на добро качество на получените данни от дадено оборудване на потребителя UE (UMTS User Equipment), което може да бъде например мобилен телефон. Максималният брой радиовръзки, които UE може едновременно да поддържа е 8, но на практика те се ограничават до 4, тъй като е много трудно да се направи приемник с 8 канала.

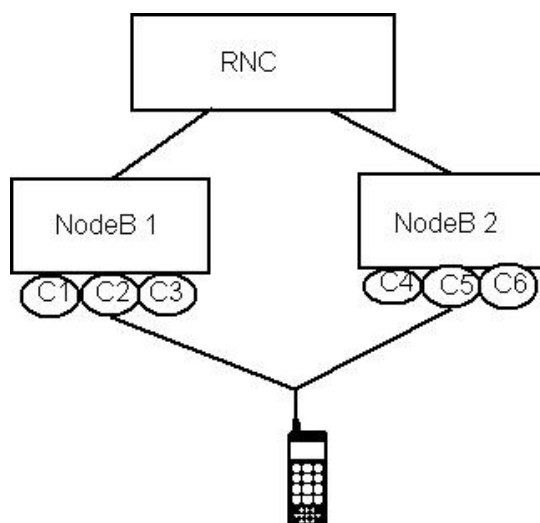
Най-общо казано установяването на една RRC връзка (Radio Resource Control) винаги се извършва върху една клетка. Мрежата инициира вътрешно честотни измервания за да провери дали има някакви други клетки, които UE може да свърже паралелно за да подобри качеството на предаване на данните между RNC (Radio Network Controller) и UE (Фиг. 2). Когато се намери подходяща клетка се задейства процедурата за актуално обновяване на настройките, което дава възможност мрежата да добавя или изтрива повече от една радиовръзки към UE. Единственото изискване е да се съхранява една радиовръзка от стартирането до завършването на процедурата за актуално обновяване на настройките.



Фиг. 2. Прехвърляне на текущо повикване при по-мекия хендовър.

Мек хендовър

При мекият хендовър клетките принадлежат на повече от един възел В. В този случай комбинирането се извършва в RNC, като е възможна паралелна реализация на мек и по-мек хендовъри. Един по-сложен мек хендовър включва по една клетка, принадлежаща на възел В в различни RNC, като данните се препредават по връзка, установена между RNC1 и RNC2.



Фиг. 3. Прехвърляне на текущо повикване при мек хендовър.

В една типична UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) система, UE е в режим на мек/по-мек хендовър през около 50% от времето на функциониране. Едно от важните изисквания за на мек/по-мек хендовър е фреймовете от различни клетки да бъдат в рамките на 50 ms една от друга, защото в противен случай хендовъра не работи. Мекият/по-мекият хендовър се задава от RNC, като опорната мрежа не е включена в тази процедура.

Твърд хедовър

Твърдият хендовър се реализира, когато радиовръзките на UE се променят, като няма общи радиовръзки, установени преди задействане на процедурата и след нейното приключване. Съществуват два типа твърд хендовър: **вътрешно-** и **външно-честотен** твърд хендовър.

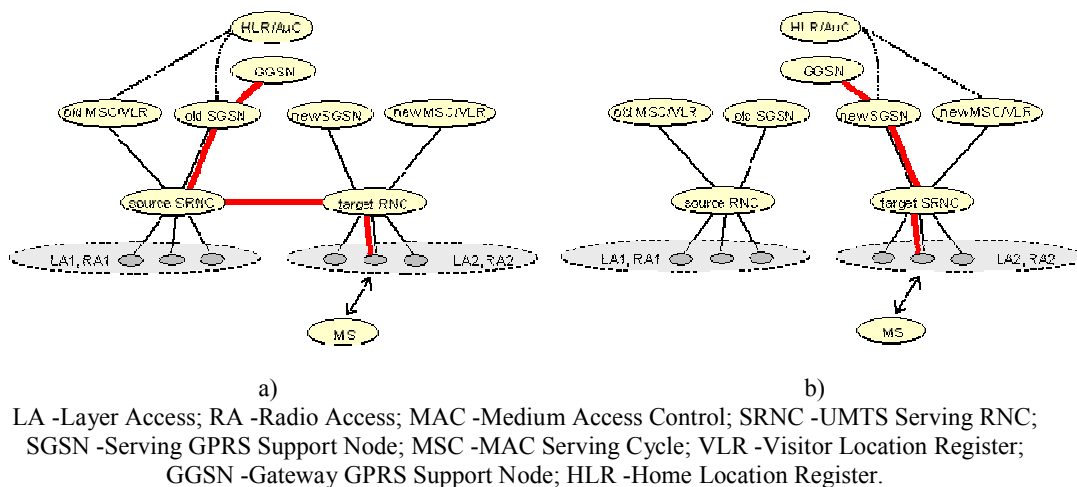
Вътрешно-честотният твърд хендовър не се използва при FDD (Frequency Division Duplex) системи, а само при TDD (Time Division Duplex) системи. При него кода на разпространението за UE се променя, но честотата остава една и съща.

Външно-честотният твърд хендовър се използва при йерархично представяне на клетките, като честотата, при която работи UE се променя. Процедурата за твърд хендовър може да бъде иницирана от мрежата или от оборудването на потребителя UE [8].

Такава процедура обикновено се инициира от мрежата, като се използва едно от съобщенията за управление на съхранението на радиовръзката. В този случай хендовъра се реализира, когато UE изпълнява процедура за обновяване на клетка и клетката достигне до RNC с различна честота. Опорната мрежа не се включва в тази процедура.

SRNS (Serving Radio Network Subsystem) дислоциране. Тази процедура строго казано не е хендовър процедура, но може да бъде използвана в комбинация с хендовър. В този случай UE е активна за клетка, принадлежаща на RNC контролера, който е стартирал повикването. Не е необходима сигнализация между двата RNC контролера и се реализира процедура за дислокация. В този случай опорната мрежа CN (Core Network) пренебрегва процедурата за дислокация между двата RNC контролера. След завършване на тази процедура връзката към старите домейни се реализира, като е показано на Фиг. 4 [9].

Процедурите за дислокация се използват при UE в пакетно-превключващ режим. Тъй като процедурата заема доста време, тя не е подходяща за услуги в реално време.



Фиг. 4. Потокът от данни (a) преди и (b) след SRNS дислоциране.

Външен RAT (Radio Access Transport) твърд хендовър. Прилага се при достигне на UE до зоната с покритие за UMTS услуги, когато

хендовъра е за 2G GSM услуги, ако UE поддържа множествен RAT. Съществуват различни начини за инициране на процедура за външен RAT твърд хендовър. Например, ако RNS може формира хендовър с UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) команда, която нарежда на UE да се премести към друг RAT. Същото се получава, ако UE може да избере клетка, принадлежаща на друг RAT. Трети случай на приложение е, когато мрежата може да поиска UE да изпълни заявка за смяна на клетката от UTRAN.

Най-важното условие за хендовъра е потребителят, който се премества да бъде обслужен от другата клетка по-ефективно, т.е. с по-малко емисия на електричество и по-малка интерференция.

СХЕМИ ЗА ПРИОРИТЕТИ В ХЕНДОВЪРА

Хендовър процедурата има влияние директно върху вероятностните характеристики на параметрите на качеството на обслужване на системата, такива като вероятността за блокиране на новите повиквания. Един от начините за намаляване тази вероятност е използването на схеми с приоритети. Най-разпространени са схемите: с резервиране на канала RCS (Reserved Channel Schemes), схемите с приоритетни опашки QPS (Queuing Priority Schemes) и схемите с разделяне на канала SRS (Subrating Schemes) [10].

При *схемата с резервиране на канала* се използва най-простият начин за задаване на приоритети на повикванията в хендовъра, като се резервират специални канали във всяка клетка. Всички канали на клетката се делят на две подмножества. В първото от тях каналите се използват както за новите повиквания, така и за повикванията в хендовъра. Каналите от второто подмножество са резервирани само за повиквания в хендовъра. По този начин се подобрява качеството на обслужване на повикванията в хендовъра, но се увеличава вероятността за прекъсване на нови повиквания. Друг недостатък на схемата е рискът от неефективно използване на честотната лента.

Схемата с приоритетни опашки позволява да се намали вероятността от блокирането на новите повиквания, тъй като заявките чакат за обслужване в опашките на хендовъра. Това е възможно, защото мобилната станция прекарва известно време в хендовър зоната, при което комуникациите с текущата базова станция намаляват в зависимост от скоростта на придвижване на мобилната станция. Всяка следваща заявка, намираща се в опашка на хендовъра

се обслужва съгласно дисциплината на обслужване, например пръв пристигнал, пръв напуснал FIFO (First In First Out).

В *схемата с приоритетна опашка, базирана на измервания* MBPS (Measurement-Based Priority Scheme) всяка следваща заявка на хендовъра се обслужва въз основа на непреемптивна динамична приоритетна дисциплина. При нея хендовър зоната се разглежда като съвкупност от региони, маркирани чрез ранжирани стойности на силата на сигнала. Тези стойности съответстват на приоритетните нива, като най-висок приоритет се присвоява на мобилните станции със сила на сигнала, която е най-близка до прага на приемника им. Докато заявките чакат в опашката, непрекъснато се измерва силата на сигнала и приоритетите на обслужването динамично се променят в зависимост от получените резултати. Заявките, които чакат в опашката на хендовъра за обслужване, непрекъснато се сортират в съответствие с тези приоритети. Когато един канал се освободи, той се присвоява на заявката с най-висок приоритет. При тази схема се намалява вероятността за прекъсване на повикванията, като за сметка на това се увеличава вероятността за блокиране и се намалява съотношението между трансферирания и предлагания трафик.

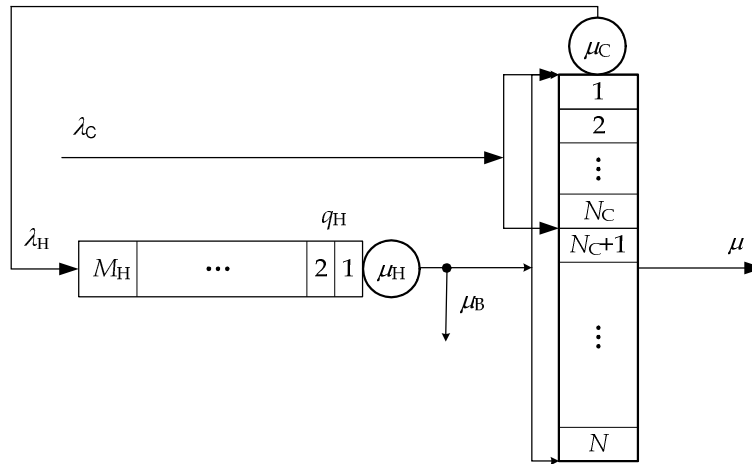
В *схемата с разделяне на канала*, когато в базовата станция няма свободни канали за обслужване на повикванията в хендовъра един канал временно се разделя на две части. Тогава първата част обслужва оригиналното повикване, а втората - заявка от хендовъра. При това скоростта на обслужване също се разделя на две. По този начин вероятностите за прекъсване и за блокиране запазват същия порядък като при схема без приоритети. Допълнителното разделяне на канала обаче усложнява схемата и води до намаляване на скоростта на обслужване на заявките.

ЗАДАВАНЕ НА ПРИОРИТЕТИ В GSM 2G ХЕНДОВЪРА

Процедурата за задаване на приоритети за обслужване на повикванията в GSM 2G хендовъра се активира, когато мобилната станция се премества далеч от базовата станция и силата на получения сигнал намалява и става по-малка от праговата му стойност.

Хендовър зоната се дефинира като територията, на която средната сила на получения сигнал към мобилната станция е между праговото ниво на хендовъра и праговото ниво на приемника. Когато базовата станция намери всички канали на мишенната клетка заети, тогава хендовър заявката се поставя в опашката. Ако един канал се освобождава, когато опашката на хендовъра не е празна, то каналът се

предоставя на първата пристигнала в опашката заявка. Ако получената в базовата станция сила на сигнала падне под прага на приемника преди на мобилната станция да бъде присвоен канал в мишенната клетка, тогава повикването се прекъсва. Обслужването в опашката е с FIFO приоритет, като се предполага фиксиран размер на опашката в базовата станция. Моделът на хендовър в едномерна трафична система е представен на Фиг. 5.



Фиг. 5. Модел на хендовър в едномерна трафична система.

Продължителността на обслужване на заявките в каналите се обозначава като T_C и се предполага, че то е експоненциално разпределено със средна стойност $E[T_C]=1/\mu_C$. Ако средният брой на заеманите от новите повиквания канали е $E[C_C]$, то от формулата на Литъл се получава връзката между новите повиквания и тяхното обслужване.

$$\lambda_C = E[C_C] \mu_C \quad (1)$$

Продължителността на пребиваване на мобилната станция в хендовър зоната зависи от такива системни параметри, като скорост и посока на преместване на мобилната станция, и размер на клетката. Тази продължителност на пребиваване на мобилната станция в хендовър зоната се обозначава като T_H . За опростяване на анализа се предполага, че това време на пребиваване е експоненциално разпределено със средна стойност $E[T_H]=1/\mu_H$. Ако броят на заеманите от хендовъра канали на мобилната станция е $C_H=N-C_C$, то техният среден брой се определя като $E[C_H]$. Тогава се получава:

$$\lambda_H = (E[C_H] + L_q)\mu_H, \quad (2)$$

където L_q е дължината на опашката на хендовъра.

Определянето на основните параметри на системата и вероятностите за блокиране на повиквания (нови и в хендовъра) може да се получи от диаграмата на преходите на едномерна Марковска верига, която се дефинира като сума от каналите, които са използвани в клетката и броя на заявките в опашката на хендовъра.

Схемата осигурява две нива на приоритети при заемане на каналите в базовата станция. Най-малък е приоритетът на новите повиквания, които заемат до N_C канала с интензивност на заемане λ_C . Когато каналите от 1 до N_C се заемат, новите повиквания с трафик в реално време се пренасочват към опашката на хендовъра, където пристигат с интензивност λ_H . Следващо ниво на приоритет се дава на заявките, които се съхраняват в опашката на хендовъра q_H . Те могат да заемат от 1 до N канала.

ИЗВОДИ

Представени са различните видове хендовър и концепциите за тяхното функциониране. Разгледани са схеми за приоритети в хендовъра, като са представени преимуществата и недостатъците на приоритетните схеми с резервиране на канала, схемите с приоритетни опашки и приоритетните схеми с разделяне на канала. Показани са преимуществата на схемата с приоритетна опашка, базирана на измервания, при която приоритета на обслужване се определя динамично в зависимост от резултатите, получени от измервания.

Разгледана е схема за приоритети в GSM хендовър, която се моделира с едномерна телетрафична система. Схемата има две нива на приоритети на заемане на каналите в базовата станция. Въз основа на тази схема могат да бъдат определени такива основни характеристики на системата, като вероятност за блокиране на повикванията в хендовъра, вероятност за отхвърляне на нови повиквания, средна дължина на опашката, среден брой на заеманите канали и др.

ЛИТЕРАТУРА

C. J. Bernardos, I. Soto, J. Moreno, T. Melia, M. Liebsch, and R. Schitz, „Experimental evaluation of a handover optimization solution for

- multimedia applications in a mobile IPv6 network”. *European Transactions on Telecommunications*. Vol. 16, No. 4, pp. 317-328, 2005.
- P. Bertin, K. Guillouard, and J.-C. Rault, „IP based network controlled handover management in WLAN access networks”. *Proceedings on International Conference on Communications*, Vol. 7, pp. 3906-3910, 2004.
- S. Choi, and K. Sohraby, „Analysis of a mobile cellular system with hand-off priority and hysteresis control”. *Proceedings on Infocom 2000*, Vol. 1, pp. 217-224, 2000.
- C. Радева, И. Куртев, Д. Радев, „Моделиране на хендовъра в широколентови безжични мрежи с Марковски вериги”. Сборник доклади: ТЕЛЕКОМ’2010, София, 2010, на CD.
- D. Radev, I. Kurtev, D. Stankovski, S. Syarova, „A Handover Scheme for Broadband Wireless Mobile Networks”, International Symposium on Electronics and Telecommunications, ETC 2010, Timisoara, Romania, 2010, pp.137-140.
- D. Radev, D. Stankovski and S. Radeva, “Queuing Modeling of Handovers in 4G Wireless Mobile Networks”, Second International Symposium on Radio Systems and Space Plasma (ISRSSP’2010), Sofia, 2010, pp. 41 – 44.
- Radev, D., Kurtev, I., Radeva, S., Stankovski, D. (2010). Priority Handover Schemes in Wireless Mobile Networks. - 18th Telecommunications Forum TELFOR 2010, Belgrade, Serbia, 2010, pp. 320-324.
- R. Naja, “Mobility Handling and Resource Allocation in Wireless Multiservice Networks”, ENST Bretagne, France, Ph. D. Thesis, 2003.
- T. Melia, „IP Converged heterogeneous mobility in 4G networks-network-side handover management strategies”, *Ph. D. Thesis*, University of Goettingen, 2007.
- Q-A. Zeng, D. P. Agrawal, „Handoff in wireless mobile networks”, Handbook of wireless networks and mobile computing, John Wiley & Sons, New York, NY, 2002.

MODELING OF HANDOVER PRIORITY SCHEMES FOR WIRELESS BROADBAND NETWORKS

Svetla Radeva, DSc

Associate Professor at the College of Telecommunications
and Post, Sofia, Bulgaria

e-mail: svetla_ktp@abv.bg

Abstract: *The handover transfer of signal is under consideration where the current call is transferred to another base station. The principles of*

handover are shown at moving the mobile station and signal transfer to another base station. Different kinds of handover and principles of their work are shown. Priority schemes are discussed where are presented advantages and disadvantages of different priority schemes, such as Reserved Channel Schemes, Queuing Priority Schemes and Subrating Schemes. The advantages of Measured Based Queuing Priority Schemes are shown, where service priorities are dynamic assigned in correspondence with the received results after measurement of the signal strength. At this scheme the service priorities are changing dynamical and requests, waiting for service in handover queue are sorting in correspondence with these priorities. A model of GSM 2G handover is shown where the service priorities are determined.