Механика Транспорт Комуникации

Научно списание

ISSN 1312-3823

брой 1, 2004 г.

статия № 0031

http://www.mtc-aj.com

ВЛИЯНИЕ НА РАЗНАСЯЩИЯ ФАКТОР В НИЗХОДЯЩИЯ ТРАКТ НА WCDMA КЛЕТЪЧНА МРЕЖА ВЪРХУ КАПАЦИТЕТА НА СИСТЕМАТА

Стилиян Паунов

stp@tu-sofia.acad.bg

Технически университет, факултет по комуникационна техника и технологии, катедра " Съобщителна техника "
Бул. " Климент Охридски " 8, София 1000, БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: *WCDMA, UMTS, 3G мобилна мрежа, разнасящ фактор, псевдослучайна кодова последователност*

Резюме: *Извършено е изследване на влиянието на разнасящия фактор в низходящия тракт на WCDMA мобилна система върху нейния капацитет като са разгледани различните стандартни скорости на предаване на глас в широколентовата мрежа. Аналитично и графично е представена зависимостта между клетъчното натоварване и капацитета, изразен чрез броя мобилни абонати в клетката, при различни стойности на разнасящия фактор.*

1. Увод

Основният принцип при WCDMA мрежите е, че информационният поток, генериран от съответния мобилен потребител, се разнася върху една значително по-широка честотна лента чрез умножение с последователност от псевдослучайни битове, наречени чипове. Скоростта на информационния поток на съответния мобилен абонат е значително по-ниска от скоростта на псевдослучайната кодова последователност. Полученият в резултат на умножението сигнал има псевдослучайни характеристики и наподобява шум, когато се предава през радио интерфейса.

Ако множество потребители предават едновременно върху една и съща честотна лента, то тогава информационният поток от всеки един мобилен терминал е необходимо да бъде разнесен чрез различен псевдослучаен код. В приемния край, потокът от данни от съответния мобилен абонат трябва да се възстанови чрез свиване на спектъра на сигнала чрез уникалния за дадения абонат псевдослучаен код. При този процес се извършва възстановяване на оригиналния поток от данни на дадения мобилен потребител плюс добавянето на

шум, генериран от присъствието в приемника на разнесените сигнали от останалите мобилни абонати. С увеличаване броя на едновременно предаващите мобилни терминали расте и шума т.е. интерференцията, която те генерират и става все по-трудно да се възстанови информационния поток на конкретен мобилен абонат. Казано с други думи, за всеки един бит от възстановената потребителска информация, отношението сигнал/шум трябва да бъде достатъчно високо. При CDMA системите се въвежда отношението E_b/N_o , където E_b е плътността на мощността на един бит от възстановената потребителска информация, а N_o е шумовата плътност на мощността. Когато E_b/N_o е достатъчно голямо, то тогава информацията, генерирана от съответния мобилен терминал може да бъде безгрешно възстановена.

Отношението на скоростта на псевдослучайния разнасящ код към скоростта, с която се генерират данните на мобилния абонат се дефинира като разнасящ фактор (РФ). Способността да се възстанови информацията на даден потребител е в пряка зависимост от разнасящия фактор. Колкото е по- голям този разнасящ фактор, толкова е по-голяма и способността на приемника да възстанови дадения потребителски сигнал. От гледна точка на предаване и приемането на сигнали, един по-висок РФ има еквивалентния ефект на предаване с по-висока мощност. Затова представен в dB, РФ може да се дефинира и като степен на усилване на системата : 10 x $10Log_{10}$(РФ). В определени случаи това усилване може да бъде голямо число и да помогне да се преодолее ефекта на интерференцията, генерирана от присъствието на останалите мобилни потребители. В WCDMA мобилната мрежа скоростта , с която се генерира псевдослучайният разнасящ код т.е. чиповата поредица е 3,84 x 10^6 чипа/секунда (3,84 Mcps).

2.Клетъчно натоварване от гледна точка на низходящия тракт

При низходящият тракт на WCDMA мобилна мрежа за определянето на натоварването на една клетка се използва същият подход, както и при възходящия тракт. Способността на един мобилен терминал да възстанови даден сигнал, който е предназначен за него, зависи от това колко на брой други сигнали са били изпратени към останалите мобилни абонати в клетката. С други думи, за един потребител j сигналите, които са били изпратени от базовата станция към останалите мобилни абонати са просто интерференция. Също така съществува интерференция, причинена от общите канали в низходящия тракт, както и интерференция, причинена от другите базови станции. В случай на интерференция, причинена от другите базови станции, количествено тя ще се определя от индивидуалното местоположение на мобилния абонат. Също така се явява необходимо и да се въведе коефициент, който да определя степента на ортогоналност на използваните в низходящия тракт кодове. В низходящия тракт, за всеки един скремблиращ код, излъчванията към различните мобилни абонати се изпращат като се използват различни канализиращи кодове, които са избрани по такъв начин, че да бъдат ортогонални. Като се вземат в предвид тези изисквания за ортогоналност на сигналите, както и факта, че интерференцията от съседните клетки е различна за всеки един потребител, то може да се изведе следната формула за натоварването в низходящия тракт

$$(1) \qquad \mathrm{LF} = \sum_{j=1}^{N} L_j.(1-\alpha_j+i_j) = \sum_{j=1}^{N} (1-\alpha_j+i_j)/\left[1+\left(C/a_j.R_j.(E_b/N_o)_j\right)\right]$$

където L_j е коефициент на натоварване на j-ят мобилен абонат, C е скоростта на разнасящия псевдослучаен код, a_j е коефициент на активност, R_j е скоростта, с която предава мобилния терминал, α_j е коефициент на ортогоналност, свързан с j-ят мобилен абонат и i_j е интерференция от съседните клетки към потребителя j. Трябва да се отбележи, че за повечето услуги, отношението $C/(a_j.R_j.(E_b/E_o)_j)$ е значително по-голямо от 1, което означава, че равенство (1) може да се опрости. Също така не е реалистично да дефинираме коефициент на ортогоналност за всеки мобилен абонат в клетката, тъй като това ще се определя от точното местоположение на абоната и от многолъчевото разпространение. Междуклетъчната интерференция също ще се определя от точното местоположение на мобилния терминал. Затова в настоящото изследване правим допускането, че работим със средни стойности на α и i. Типични стойности за α е 0.4 и за i е 0.5. На основата на горните разсъждения равенство (1) придобива следния вид :

$$(2) \qquad \mathrm{LF}= (1-\alpha+i)\cdot\sum_{j=1}^{N} L_j = (1-\alpha+i)\cdot\sum_{j=1}^{N} 1/\left[C/\left(a_j.R_j.(E_b/N_o)_j\right)\right]$$

В настоящето изследване ще покажем как влияе разнасящия фактор (РФ = C/R) чрез различните стандартни скорости на предаване на глас върху капацитета на системата, изразен чрез броя мобилни потребители. За целта се правят следните допускания : / a_j = 0.65 за всички абонати ; C = 3.84 Mcps ;

/ R_j= 4.75 до 12.2 Kbps ;

/ E_b/N_o = 4 dB (= 2.512), тъй като всички мобилни абонати предават само глас в този пример ;

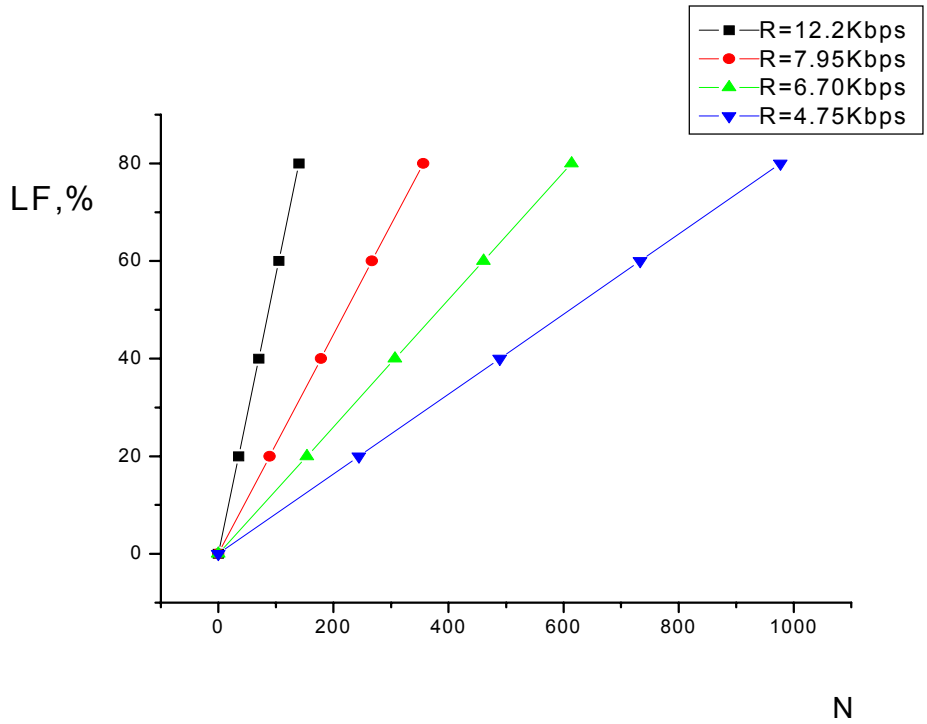
/ α = 0.4 , i = 0.5; N е броят мобилни абонати.

Поради факта, че всички мобилни потребители в това изследване имат едни и същи характеристики, равенство (2) придобива следния вид :

$$(3) \qquad \mathrm{LF} = N.(1-\alpha+i)/\left[C/\left(a.R_j(E_b/N_o)\right)\right]$$

Таблица 1

$РФ_j = C/R_j$	800	745	650	575	520	485	375	315
R_j, Kbps	4.75	5.15	5.90	6.70	7.40	7.95	10.2	12.2
LF(за 1 абонат), %	0.22	0.24	0.28	0.31	0.35	0.37	0.48	0.57
Брой абонати при LF=50 %	227	208	178	161	143	135	104	88



Фиг.1. Графично представяне на зависимостта между натоварването на клетката LF и броя мобилни абонати N

3. Резултати и изводи

От получените резултати на таблица 1 и фиг.1 и става ясно, че колкото по-ниска е скоростта, с която мобилния абонат предава т.е. колкото е по-висок разнасящият фактор, толкова капацитетът на дадената клетка изразен в брой мобилни абонати е по-голям при съответно фиксирано клетъчно натоварване. Колкото е по-висок разнасящият фактор, толкова е и по-голяма способността на възстановяване на информацията на съответния мобилен потребител. Трябва да се отбележи, че при определена скорост на псевдослучайната кодова поредица, която за WCDMA системите е C=3,84 Mcps, разнасящият фактор респективно степента на усилване на системата за нискоскоростните приложения е значително по-висок, отколкото при висикоскоростните приложения, което означава, че нискоскоростните приложения са в състояние да толерират значително повече интерференция. Оттам следва и по-големия капацитет, изразен в брой абонати, които се поддържат в съответната клетка. Важно е да се отбележи, че при WCDMA мобилните системи скоростта, с която предава даден мобилен абонат, не е нужно да бъде фиксирана. Чрез промяна на разнасящият фактор от един фрейм към друг фрейм може да се променя и скоростта на предаване на абоната. Така WCDMA мрежата може да предлага различна честотна лента в зависимост от приложенията, които даден абонат желае да използва, както и да се регулира капацитетът на системата.

ЛИТЕРАТУРА

[1] OJANPERA T., AND R. PRASAD. Wideband CDMA for Third Generation Mobile Communications, 1998.

[2] LEE JHONG S., AND L. MILLER. CDMA Systems Engineering Handbook , 1998.

[3] WANG J., AND TUNG-SANG NG. Advances in 3G Enhanced Technologies for Wireless Communications , 2002.

AN INFLUENCE ON SPREADING FACTOR IN THE DOWNLINK OF WCDMA NETWORK OVER SYSTEM CAPACITY

Stiliyan Paunov

Technical University,Faculty of Communication Technology, bul. Kl. Ohridsky 8, 1000 Sofia, BULGARIA

Keywords: *WCDMA,UMTS, 3G mobile systems, spreading factor, wideband mobile networks, pseudo-random sequence.*

Summary: *The ratio of the chip rate to the user data symbol rate is known as the spreading factor. The capability to recovery a given user's signal is directly influenced by the spreading factor. The higher the spreading factor, the greater the capability to recover a given user's signal. For a given chip rate, the processing gain for low-bit-rate user applications is greater than for high-bit-rate applications, which often means that lower-bit-rate applications can tolerate more interference than high-bit-rate applications, which influence over system capacity.*