

УДК 621.396.2

Ефект м'якого хендоверу в системі мобільного стільникового зв'язку CDMA

Гажур А.О., д.т.н., проф. Денбновецький С.В.

Стільникові мережі CDMA підтримують м'який хендовер, який гарантує безперервність бездротових послуг та підвищення комунікаційної якості. Робота стільникових мереж залежить від параметрів м'якого хендоверу. Найважливішими параметрами є HYST_ADD і HYST_DROP, які і будуть розглянуті в даній статті.

Ключові слова: CDMA, м'який хендовер, базова станція, мобільна станція, HYST_ADD, HYST_DROP.

Вступ

CDMA побудований на стільникових стандартах мобільного зв'язку і підтримує м'який хендовер. Хендовер – це процес переходу абонента від однієї базової станції до іншої. М'який хендовер робить цей перехід без переривання зв'язку. Для реалізації цієї технології використовується декілька каналів радіозв'язку, які працюють паралельно. Кожній мобільній станції надається унікальна псевдовипадкова послідовність, і всі потоки передаються одночасно через радіо-інтерфейс. Мобільна станція (МС) на границі дії підключена одночасно до декількох базових станцій (БС). Відповідно мобільна станція може

користуватись декількома базовими станціями одночасно, що суттєво підвищує якість мобільного зв'язку [1 - 2].

М'який хендовер пов'язаний з зоною активного пошуку і її розміром. Зона активного пошуку – це територія, у яку входять всі БС, сигнал від яких отримує МС, вона визначається пусковим механізмом ініціювання, що використовується для алгоритму м'якого хендоверу.

У даній роботі я розглядаю отриману експериментальну амплітуду сигналу як пусковий механізм ініціювання. Це - легковимірюване число і безпосередньо пов'язане з якістю лінії зв'язку між мобільною і базовою станцією і зазвичай використовується як критерій пускового механізму ініціювання хендоверу. З-за випадкової природи отриманого сигналу в мобільній станції, має місце постійне включення і відключення БС за зоною активного пошуку. Активний пошук складається з тих базових станцій, які підключені до МС, і зона м'якого хендоверу [3] – це територія, в якій МС підтримує зв'язок більше, ніж з однією базовою станцією. Для правильно розробленого м'якого

алгоритму хендовера [4] важливо зменшити навантаження на систему, при цьому підтримуючи високу якість обслуговування (QoS). В даній статті я розглядав середню зону активного пошуку.

1. Системна модель

Розглянемо просту стільникову мережу, яка складається з двох базових станцій.

Обидві БС працюють на однаковій потужності, а МС переміщується з однаковою швидкістю зліва направо від BS_1 до BS_2 .

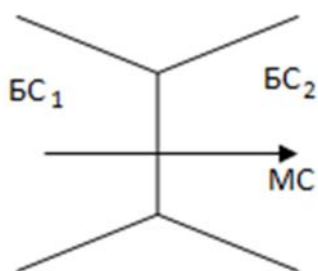


Рис. 1 Стільникова конфігурація

Отримана амплітуда сигналу (Received Signal Strength (RSS)) в МС складається з трьох компонентів:

I Ослаблення сигналу, залежно від відстані

II Тіньове послаблення

Ослаблення сигналу залежно від відстані - детермінований компонент RSS, який може оцінюватися зовнішніми моделями [5-6] залежно від шляху розповсюдження сигналу. Тіньове послаблення відбувається через перешкоди між передавачем і приймачем такими як будівлі, пагорби чи дерева.

МС визначає RSS з кожної БС. Виміряне значення RSS (в дБ) - це сума двох складових, одна з яких пов'язана з втратою шляху, а інша з тіньовим послабленням. Для МС на відстані «d» від BS_1 , ослаблення пропорційно

$$\alpha(d, \xi) = d^\eta 10^{\frac{\xi}{10}},$$

де ξ - dB тіньове послаблення, з середньоквадратичним відхиленням σ . Альтернативна формула для втрат в дБ:

$$\alpha(d, \xi)[dB] = 10\eta \log d + \xi,$$

де η - експонента шляху втрат.

Позначимо відстань між МС і BS_i як d_i , $i = 1, 2$. Випромінювана потужність базової станції P_t , тоді отриману потужність можна записати так:

$$S_i(d) = P_t - \alpha(d_i, \xi),$$

$$\hat{S}_i(k) = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} S_i(k-n) W_n$$

$$i = 1, 2,$$

де \hat{S}_i - середня амплітуда сигналу,

N - кількість зразків.

$$W_n = \sum_{n=0}^{N-1} W_n,$$

У випадку прямокутного вікна $W_n = 1$ для всіх n. Розмір вікна усереднення слід обирати розумно, оскільки більший розмір вікна може

не визначити необхідність тригера ініціювання передачі в потрібний момент часу. З іншого боку, менші вікна можуть викликати ефект пінг-понгу, що не бажано. У цій роботі, перш за все, я визначив оптимальне значення розміру вікна усереднення для заданих системних параметрів, а потім аналіз ефекту параметрів розповсюдження для цієї типової установки усереднення розміру вікон.

Тіньове затухання в даній роботі моделюється наступним чином [13]

$$\xi(k) = \rho \xi(k-1) + \sigma \sqrt{(1-\rho^2)} (W(0,1)),$$

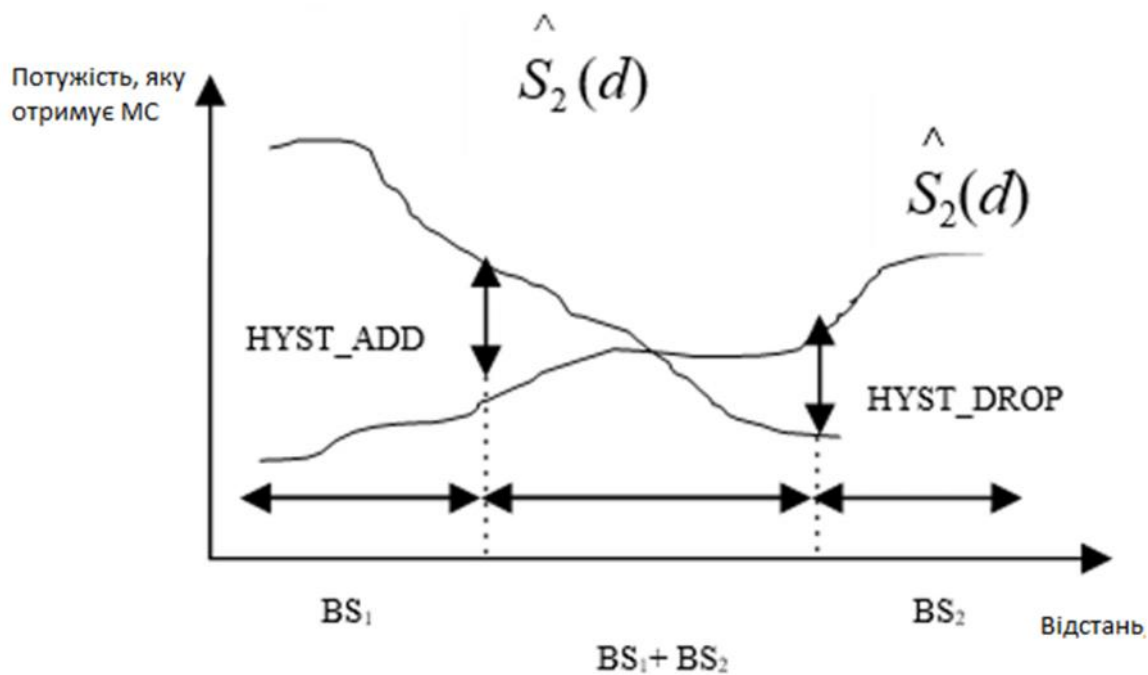


Рис. 2. Алгоритм м'якого хендоверу

Активний пошук оновлюється наступним способом:

- Якщо активний пошук складається з BS₁ і $S_1(d) > S_2(d)$ і $(S_1(d) - S_2(d))$ більше за

де ρ - коефіцієнт кореляції.

2. Алгоритм роботи м'якого хендоверу

Система CDMA підтримує м'який хендовер. Активний пошук визначається як набір базових станцій, з якими одночасно пов'язані MS. Для опису алгоритму необхідні наступні параметри.

- HYST_ADD : Гістерезис для додавання.
- HYST_DROP: Гістерезис для видалення.

HYST_ADD, активний набір складається з BS₁;

- Якщо $|(S_1(d) - S_2(d))| < \text{HYST_ADD}$, активний пошук складається з BS₁ і BS₂.

- Якщо активний набір складається з BS_1 і BS_2 і $|(S_1(d) - S_2(d))|$ стає більшим чи рівним $HYST_DROP$, активний набір складається з базової станції, чия середня потужність сигналу вища. Базова станція з нижчою потужністю буде видалена з активного пошуку.

Де $S_1(d)$, $S_2(d)$ – середня потужність сигналу з BS_1 і BS_2 відповідно.

3. Результати і розрахунки

У цьому розділі, активний пошук та регіон м'якого хендоверу розраховуються як функція різних системних параметрів та характеристик параметрів середовища поширення радіосигналу. Числові результати для комп'ютерного моделювання, зазначені у таблиці 1. Симуляція системи виконується в Matlab 7.0. Для отримання середнього значення активного пошуку та області м'якого хендоверу для кожного налаштування параметрів системи виконується 5000 циклів програми імітації.

Таблиця 1. Системні параметри для моделювання

$D = 2000$ м	Відстань між двома сусідні БС
$\eta = 4.0$	Показчик втрати шляху
$d_s = 1$ м	Відстань вибірки
$P_t = 0.01$ Вт	Потужність передавача базової станції
$\rho = 0.9512$	Коефіцієнт кореляції

$\sigma = 8.0$	Стандартне відхилення
$N = 20$	Розмір вікна усереднення

На рисунках 3а і 3б показано вплив $HYST_ADD$ на середній розмір активного пошуку. Середній розмір активного пошуку збільшується з збільшенням гістерезису $HYST_ADD$. Середній розмір активного пошуку максимальний посередині двох базових станцій і зменшується, коли МС рухається до БС. Високий середній розмір активного пошуку збільшує сигнальне навантаження на мережу та дуже низьке значення середнього активного набору, збільшує ймовірність переривання.

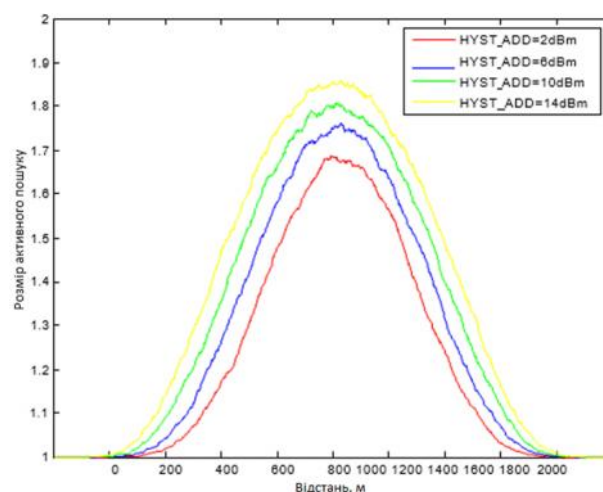


Рис. 3а Вплив $HYST_ADD$ на середній розмір активного пошуку при $HYST_DROP=14$ дБм

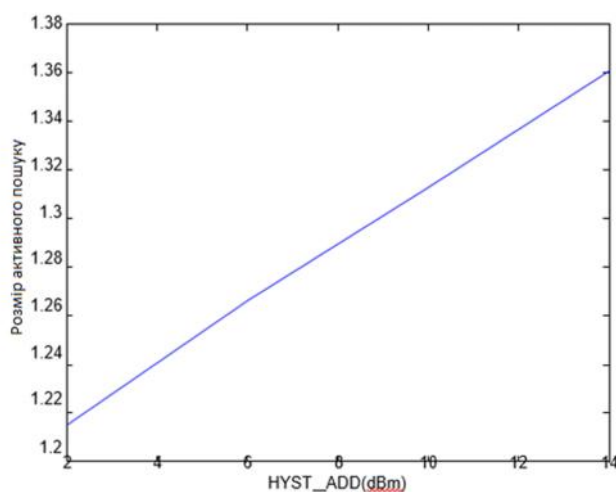


Рис. 3б Вплив HYST_ADD на середній розмір активного пошуку при HYST_DROP=14dBm

На рисунках 4а та 4б показано залежність середнього значення активного пошуку від відстані для різного значення гістерезису падіння HYST_DROP. Середній розмір активного пошуку збільшується, оскільки гістерезис HYST_DROP збільшується. Спостерігається значне збільшення середнього розміру активного пошуку. Причиною цього результату пояснюється той факт, що збільшення величин гістерезису видалення збільшить розмір активного пошуку, і, отже, буде зростати площа зони м'якого хендоверу. Збільшення площі м'якого хендоверу збільшить перешкоди, і це не бажано. Тому величина гістерезису видалення не повинна бути дуже великою або дуже малою.

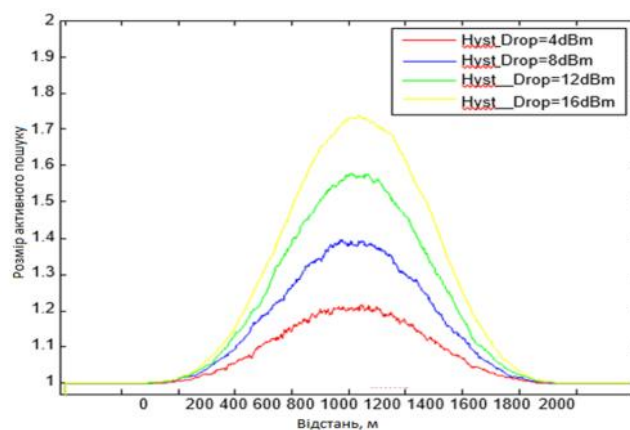


Рис. 4а Вплив HYST_DROP на середній розмір активного пошуку при HYST_ADD=1dBm

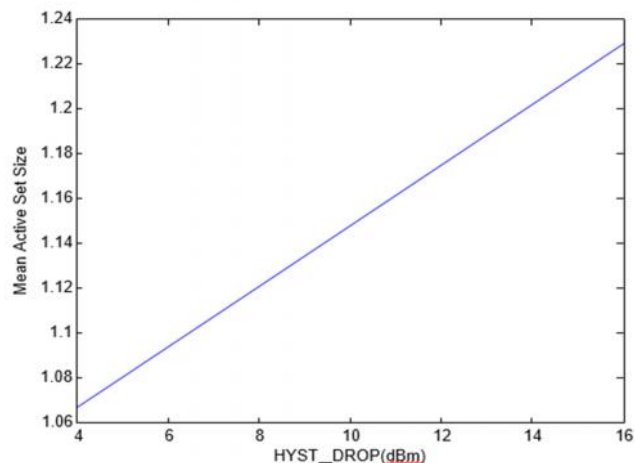


Рис. 4б Вплив HYST_DROP на середній розмір активного пошуку при HYST_ADD=1dBm

Нарешті, на рисунках 5 та 6 зображено залежність площі області м'якого хендоверу від амплітуди гістерезису додавання і гістерезису видалення. Ці графіки показують, що, при додавання чи видаленні, область м'якого хендоверу швидко зростає. Збільшення області з м'яким хендовером призводить до збільшення перешкод, а отже, потужність зменшується. Дуже мала область м'якого хендоверу може збільшити

ймовірність відключення, що треба враховувати при розробці алгоритму м'якого хендоверу.

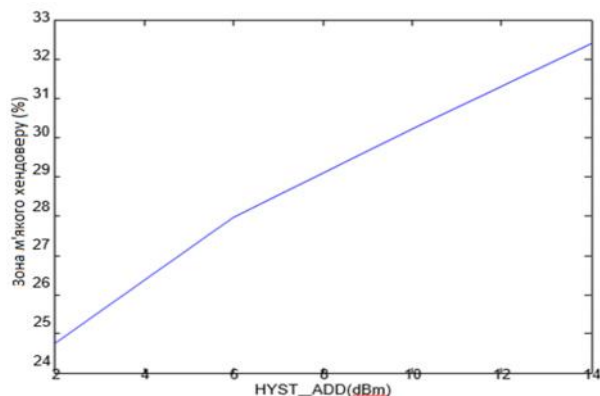


Рис. 5 Вплив HYST_ADD на площу області м'якого хендоверу при HYST_DROP=14dBm

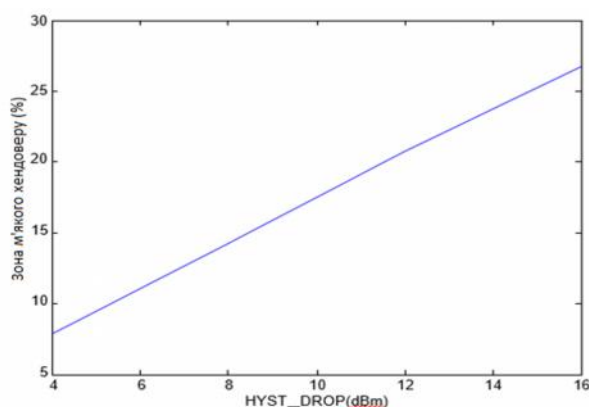


Рис. 6 Вплив HYST_DROP на площу області м'якого хендоверу при HYST_ADD =1dBm

Висновок

Цифровий стандарт мобільного стільникового зв'язку (CDMA) перевершує всі інші стандарти майже по всім параметрам, що доводить його рентабельність на сучасному ринку інформаційних технологій.

У даній статті було розглянуто вплив таких параметрів як HYST_ADD і HYST_DROP на роботу

м'якого хендоверу. Результати моделювання говорять про те, що правильне налаштування параметрів є дуже важливим, так як це має вирішальний вплив на роботу м'якого хендоверу

Література

1. K. S. Gilhousen, I.M. Jacobs, R. Padovani, L. Weaver, "Increased Capacity using CDMA for Mobile Communications", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 8, May 1990, pp. 503-514.
2. A.J. Viterbi, A.M. Viterbi, K.S. Gilhousen, E. Zehavi, "Soft Handoff Extends Cell Coverage and Increases Reverse Link Capacity," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 12, October 1998, pp. 1281-1287.
3. N. Jhang, J.M. Holtzman, "Analysis of CDMA Soft-Handoff Algorithm", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 47, May 1998, pp. 710-714.
4. B. Homnan, V. Kunsriruksakul, W. Benjapolakul, "A Comparative Evaluation of Soft Handoff between S-95A and IS95B/cdma2000", Proc. IEEE Vehicular Technology, 2000, pp. 34-37.
5. V. Vassiliou, J. Antoniu, A. Pitsillides, G. Hadjipollas, "Simulating Soft Handover and Power Control for Enhanced

UMTS”, IEEE 16th International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, 2005, pp. 1646-1651.

under various Radio propagation parameters in CDMA Cellular Networks”, IEEE conference on WCSN-2007, pp 47-50

6. N.P.Singh, Brahmjit Singh
“Effects of Soft Handover Margin