

УДК. 621.396.677.859

О.О. Болюбаш

Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКА ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ МОБІЛЬНОЇ СТАНЦІЇ У ВИПАДКУ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОЦЕДУРИ ХЕНДОВЕРУ

Досліджуються різні типи процедури хендверу та причини, унаслідок яких виникає необхідність ініціалізації цієї процедури. Визначається середня затримка пакету даних в мережі в якості одного з основних показників якості обслуговування мобільної станції.

Ключові слова: хендвер, мобільна станція, базова станція, середня затримка пакета даних

Вступ

Постановка проблеми. Хендвер (Handover) - процедура передачі активного з'єднання між стільниками. Це одна з ключових процедур, що робить стільниковий зв'язок будь-якого стандарту (NMT, GSM, UMTS, LTE, WIMAX) істинно мобільним видом зв'язку. Хендвер дозволяє абонентам не бути прив'язаним до якої-небудь географічної точки і дає можливість пересуватися в межах мережі оператора без розриву з'єднання. Причиною хендверу може бути не лише переміщення абонента в просторі, але і погіршення якості сигналу від поточної базової станції за якими-небудь іншими ознаками. Зокрема між мобільною станцією (МС) і базовою станцією (БС) може виникнути перешкода, погіршати метеоумови, обслуговуюча базова станція або її частина може вийти з ладу і тому подібне. Для визначення початку процедури хендверу із урахуванням особливостей передачі не тільки мовної інформації, але й зображень, формалізованих повідомлень потрібно визначити показник якості обслуговування. Вочевидь, що математичне визначення показника якості обслуговування МС є актуальною проблемою.

Аналіз останніх публікацій. У більшості опублікованих раніше матеріалах процес хендверу спрощений [6, 7, 9]. Наприклад, в деяких дослідженнях хендвер заснований на визначенні дистанції, тобто рішення про хендвер ухвалюється на підставі аналізу відстані мобільної станції від базової [8]. У інших – інтерференція, що створюється абонентом при хендвері, апроксимується як подвоєння інтерференції від абонента поза процесом хендверу [6, 9]. Загальний показник якості обслуговування МС як при «жорсткому» (переключення між БС відбувається із розривом зв'язку) так і при «м'якому» (переключення між БС відбувається без розриву зв'язку) хендвері у минулих дослідженнях чітко невизначено. В свою чергу, середня затримка пакету даних в мережі передачі даних вже давно використовується в якості основного показника якості обслуговування абонента мережі [1 – 5].

Метою статті є визначення середньої затримки пакета даних в мережі передачі даних (МПД) як одного з основних показників якості обслуговування МС при активації процедури хендверу.

Виклад основного матеріалу

Залежно від типу хендверу в ньому можуть бути задіяні відразу декілька мережевих елементів. Розрізняють декілька видів хендверів (рис. 1).

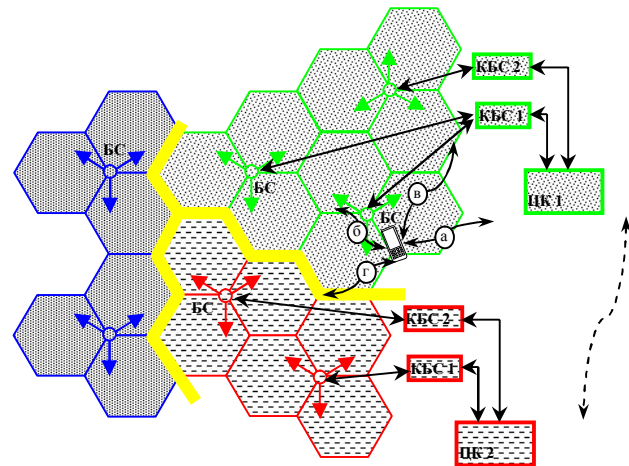


Рис. 1. Види хендверів:
а – усередині БС між секторами;
б – між БС усередині контролеру базових станцій (КБС); в – між КБС усередині центру комутації (ЦК); г – між ЦК.

Усередині однієї БС, усередині сектора між стільниками - в цьому випадку в процедурі хендверу задіяні декілька приймачів однієї БС (рис. 1). Такий тип хендверу відбувається зазвичай або унаслідок виходу з ладу одного з приймачів або із-за перевантаження. У стандартах 3G і 4G це тип хендверу дістав назву softer або «м'який» хендвер. На відміну від хендверів в стандартах попередніх поколінь з'єднання з попереднім елементом розривається тільки після встановлення з новим елементом. У стандартах 1G і 2G з'єднання із старим елементом розривається за мить до встановлення нового. Абонент цього не помічає, але у випадку якщо з'єднання

не буде встановлено, то неминуче станеться розрив зв'язку.

Усередині однієї БС між секторами - цей тип хендовера відбувається між двома секторами однієї БС (рис. 1, а). Він також відноситься до «м'якого» хендоверу. При цьому також, як і в попередньому випадку задіяні ресурси тільки одній БС і в мережах 3G /4G він також носить назву softer.

Ще один тип «м'якого» хендоверу – у межах контролеру базових станцій (КБС) між БС, при цьому будуть задіяні ресурси вже декілька мережевих елементів: КБС і два БС (рис. 1, б). У мережах 3G і 4G при цьому типі хендоверу деякий час може існувати два з'єднання між МС і респондентом через різні БС. Такий тип хендовера застосовує багато ресурсів, але гарантує хорошу якість з'єднання.

Процедура хендоверу між КБС усередині одного ЦК («м'який» хендовер) - в цьому випадку БС, між якими відбувається хендовер підключені до різним КБС (рис. 1, в). У такому хендовері вже застосовуються ресурси комутатора і саме ЦК управляє таким типом хендовера.

Між ЦК - цей тип хендовера виконується коли БС підключені до різним ЦК (рис. 1, г). В цьому випадку в новому ЦК і встановлюється з'єднання до старого комутатора, який отримує назву якірного ЦК. В цьому випадку застосовується максимально можливий набір ресурсів у рамках мережі одного стандарту. Причому при подальшому переміщенні

$$T_p = \frac{1}{c_u} \cdot \sum_{j=1}^{h_r} \sum_{a=1}^{h_m} \sum_{i=1}^n \left(c_{m_a^j}^i \cdot \left(h_{w_a^j} \cdot \left(k_z \cdot \frac{l_p}{p_z} + \frac{l_{оп}}{p_z} \cdot l_p \right) + \sum_{g=1}^{M_{m_a^j}} \frac{1}{K_{M_g^i} \cdot P_{M_g}} \left(l_{оог}^i \cdot K_{сб_g} + l_p \right) \right) \right), \quad (1)$$

де c_u – сумарна інтенсивність інтегральних потоків даних у МПД; h_r – число інформаційних потоків між безліччю ЦК МПД; h_m – число маршрутів для передачі j-го потоку в розподілі γ ; $c_{m_a^j}^i$ – інтенсивність j-го потоку i-ої категорії пріоритетності по маршруту m_a^j ; $h_{w_a^j}$ – довжина маршруту m_a^j , обумовлена числом каналів ПД, що входять у маршрут; $M_{m_a^j}$ – число ЦК, через які проходить m_a^j маршрут; k_z – середній коефіцієнт завантаження каналів ПД; $l_{оп}$ – середня довжина черги до каналу ПД; l_p – середній об'єм пакета (у бітах) переданих у МПД даних; p_z – середня пропускна спроможність каналу ПД з урахуванням його завантаження; $K_{сб_g}$ – коефіцієнт стану буфера g-го ЦК; $K_{M_g^i}$ – коефіцієнт розподілу пропускної спроможності процесора g-го ЦК між пакетами даних i-й категорії пріоритетності; P_{M_g} – пропускна спроможність процесора g-го ЦК; $l_{оог}^i$ –

МС в зони обслуговування інших ЦК якірний ЦК не змінюється, а встановлюються усі нові з'єднання.

Між ЦК різних стандартів – це так званий між-системний хендовер. Він виконується між базовими станціями, що відносяться до різних стандартів стільникового зв'язку (NMT, GSM, UMTS, LTE, WIMAX). Для цього в кожному новому стандарті, що розробляється, зазвичай передбачається можливість обміну сигналізацією між елементами мереж різних стандартів для такого типу хендоверу. Все міжсистемні хендовери «жорсткі», тобто спочатку руйнується старе з'єднання, а потім встановлюється нове через непомітний абонентіві проміжок часу.

Не залежно від типу до хендоверу пред'являється головне правило – він має бути непомітний абонентіві і не впливати на якість з'єднання, тобто середня затримка пакета даних в мережі не повинна бути більш ніж допустима величина.

Із викладеного матеріалу вочевидь, що найбільш критичним явищем є «жорсткий» хендовер. Для оцінки якості обслуговування МС, при використанні не тільки у розмовному режимі, але й у режимі передачі даних, та активації процедури «жорсткого» або «м'якого» хендоверу хендоверу пропонується визначити середню затримку пакета даних в мережі передачі даних (МПД).

Відповідно до особливостей функціонування ЦК розраховано середню затримку пакета даних у МПД:

тності до процесора g-го ЦК; $l_{оп}$ – довжина черги пакетів даних до каналу ПД.

Час очікування пакету даних i-й категорії пріоритетності в черзі до процесора ЦК залежить від довжини черги пакетів даних процесору, довжини передаваного пакету даних, пропускної спроможності (СП) процесора ЦК і визначається виразом [6]:

$$t_{оог}^i = \frac{l_{оог}^i}{P_{M_g} \cdot K_{M_g^i}} \cdot K_{сб_g}, \quad (2)$$

де $l_{оог}^i$ – довжина черги пакетів даних i-ої категорії пріоритетності до процесора g-го ЦК; $K_{M_g^i}$ – коефіцієнт розподілу ПС процесора g-го ЦК між пакетами даних i-й категорії пріоритетності; P_{M_g} – ПС процесора g-го маршрутизатора; $K_{сб_g}$ – коефіцієнт стану буфера g-го ЦК.

Коефіцієнт динамічного розподілу ПС процесорів g-го маршрутизатора між пакетами даних i-ої категорії пріоритетності визначається виразом [1, 2]:

$$K_{Mg}^i = \begin{cases} 1, & \text{при } i=1; \\ 1, & \text{при } i \neq 1, \text{ если } \lambda_i \left(1 - \frac{T_{допg}^i}{t_3} \right) < \Pi_{Mg} - \sum_{q=1}^{i-1} \lambda_q \left(1 - \frac{T_{допg}^q}{t_3} \right); \\ \frac{\Pi_{Mg} - \sum_{q=1}^{i-1} \lambda_q \left(1 - \frac{T_{допg}^q}{t_3} \right)}{\Pi_{Mg}}, & \text{при } i \neq 1, \text{ если } \lambda_i \left(1 - \frac{T_{допg}^i}{t_3} \right) \geq \Pi_{Mg} - \sum_{q=1}^{i-1} \lambda_q \left(1 - \frac{T_{допg}^q}{t_3} \right), \end{cases} \quad (3)$$

де λ_i – інтенсивність потоку даних i -ої категорії пріоритетності; λ_i – елементарний інтервал часу; q – номер категорії пріоритетності.

Висновки

Визначення середньої затримки пакета даних в мережі стільникового зв'язку як одного з основних показників якості обслуговування МС є раціональним тому, що надає можливість визначити необхідність активації процедури як «жорсткого», так і «м'якого» хендоверу.

Напрямок подальших досліджень – визначення впливу хендоверу на характер трафіку.

Список літератури

1. Болюбаш А.А. Характеристики процесса перегрузок маршрутизатора / А.А. Болюбаш // Вестник НТУ „ХПИ”, збірник наукових праць. – Х.: НТУ „ХПИ”, 2003. – Вип. 26. – С. 141 – 146.
2. Болюбаш А.А. Модифицированный метод маршрутизации служебной информации / А.А. Болюбаш // XIV НТК “Наукові проблеми розробки, модернізації та застосування інформаційних систем космічного і наземного базування”. Тези доповідей. – Житомир: ЖВІРЕ, 2004. – С. 124.
3. Бэкман Д. Системы обмена сообщениями на новом витке развития / Д. Бэкман // Сети и системы связи. – 1999. - №2. – С. 50 – 60.

4. Галлагер Р.Д. Сети передачи данных: пер. с англ. / Р.Д. Галлагер, Д. Бертсекас; под ред. Б.С. Цыбакова. – М., 1989. – 544 с.

5. Зайченко Ю.П. Компьютерні мережі / Ю.П. Зайченко. – К.: Слово, 2003. – 283 с.

6. Карташевский В.Г. Сети подвижной связи / В.Г. Карташевский, С.Н. Семенов, Т.В. Фирстова. – М.: Эко-Трендз, 2001. – 300 с.

7. Веселовский К. Системы подвижной радиосвязи / Пер. с польск. И.Д. Рудинского; под ред. А.И. Ледовского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 536 с.

8. Бабков В.Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк, П.А. Михайлов. – СПбГУТ. СПб., 2000. – 196 с.

9. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи / Ю.А. Громаков. – М.: Эко-Трендз, 2007. – 238 с.

10. Назаров А.Н. Расчет структурно-сетевых параметров сети АТМ / А.Н. Назаров. – М.: «Горячая линия – Телеком», 2002. – 256 с.

11. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2001. – 672 с.

Надійшла до редколегії 05.04.2013

Рецензент: д-р техн. наук, ст. наук. співр. Г.А. Кучук, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ МОБИЛЬНОЙ СТАНЦИИ В СЛУЧАЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ ХЕНДОВЕР

А.А. Болюбаш

Исследуются разные типы процедуры хендовера и причины, вследствие которых возникает необходимость инициализации этой процедуры. Определяется средняя задержка пакета данных в сети в качестве одного из основных показателей качества обслуживания мобильной станции.

Ключевые слова: хендовер, мобильная станция, базовая станция, средняя задержка пакета данных.

DETERMINATION OF INDEX OF QUALITY MAINTENANCES OF MOBILE STATION IN THE CASE OF APPLICATION OF PROCEDURE OF HANDOVER

O.O. Bolyubash

The different types of procedure of handover and reasons because of that there is a necessity of initialising of this procedure are investigated. The middle delay of package of data is determined in a network as one of basic indexes of quality of maintenance of the mobile station.

Keywords: handover, mobile station, base station, middle delay of package of information.