

УДК 621.396

С.О. Кравчук, Д.А. Міночкін

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Київ

КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ПЕРЕДАЧІ ОБСЛУГОВУВАННЯ

В роботі розглянуті методи вертикальної передачі обслуговування в сучасних системах стільникового зв'язку, зроблена їх класифікація. Проведено аналіз основних алгоритмів вертикальної передачі обслуговування, визначені їх переваги та недоліки.

Ключові слова: стільниковий зв'язок, вертикальна передача обслуговування, абонентський термінал.

Вступ

Однією з найважливіших властивостей територіально розподіленої системи радіодоступу є можливість підтримки в ній мобільності абонентських терміналів АТ (або мобільних терміналів, МТ) по відношенню до обслуговуючих їх точок доступу (базових станцій, БС).

Через комірчасту структуру побудови територіально-розподілених систем радіодоступу, наприклад, стільникового рухомого зв'язку, абонент постійно переміщається з одного територіального осередку (стільника), що обслуговується однією точкою доступу, до іншого територіального осередку, що обслуговується іншою точкою доступу. Процедура підтримки безперервності обслуговування абонентського терміналу при такому переході між стільниками (осередками) і називається передачею обслуговування (ПОб), або в англомовній інтерпретації хендовер (handoff або handover) [1].

З появою безпроводових мобільних мереж наступного покоління, персональних систем зв'язку та архітектур мікро-, піко- і гібридних стільників склався новий вид ПОб – вертикальна ПОб (vertical handover). Вертикальна ПОб є процесом зміни мобільного активного з'єднання між різними безпроводовими технологіями. Так як ці технології мають різні характеристики в термінах покриття, ширини смуги і затримки, то ПОб стає критичним процесом, який необхідно враховувати для реалізації необхідного QoS з'єднання з користувачами. Тому, для подальших досліджень важливо провести класифікацію методів вертикальної ПОб та аналіз її основних алгоритмів [2].

Основна частина

В основу класифікації ПОб можуть бути покладені кілька факторів, такі як тип мережі або внутрішніх мережних елементів, кількість активних сполучень і види трафіку, які підтримує мережу. Така класифікація представлена на рис. 1.

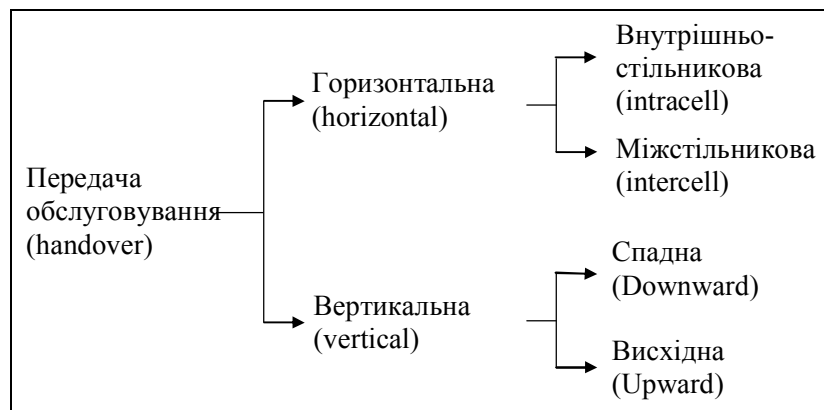


Рис. 1. Класифікація типів ПОб (handover)

ПОб може бути горизонтальною (horizontal-handover) або вертикальною (verticalhandover) залежно від того, чи має місце ПОб між мережними інтерфейсами одного типу або різними мережними інтерфейсами, відповідно. Для сучасних безпроводових мереж ширококутного доступу вертикальна

ПОб є звичайним явищем. Вертикальна ПОб є процесом зміни мобільного активного з'єднання між різними безпроводовими технологіями. Вона може бути розділена на спадну DVH (DownwardVerticalHandover) і висхідну UVH (UpwardVerticalHandover) вертикальну ПОб.

При DVH мобільний користувач здійснює ПОБ до мережі, яка має велику ширину смуги і обмежене покриття, в той час як при UVH мобільний користувач перемикає свої з'єднання до мережі з більш низькою шириною смуги і більш широкою зоною покриття [3].

ПОБ може також бути класифікована на жорстку (hard) і м'яку (soft) [4, 5] в залежності від того, яким чином БС обслуговує МС в критичний період виконання ПОБ і чи є при цьому з'єднання користувача з більш ніж однією БС.

У разі жорсткої ПОБ в один момент часу МС обслуговується тільки однією БС (або тільки однією мережею доступу в разі вертикальної ПОБ). Встановлення зв'язку з новою БС або новою мережею здійснюється тільки після роз'єднання з обслуговуючою БС. При жорсткій ПОБ надмірне переривання з'єднання може збільшити коефіцієнт втрати викликів.

При м'якій ПОБ МС може обслуговуватися за допомогою більш ніж однієї БС (або більш ніж однією мережею доступу). М'яка ПОБ може використовуватися для збільшення часу, необхідного для прийняття рішення на ПОБ без втрати QoS. Однак, так як дані передаються по всіх лініях зв'язку, то часта м'яка ПОБ може призвести до додатко-

вих передач даних. Поняття вертикальної ПОБ було введено з появою першої гетерогенної мережі WWAN, де МС повинна обслуговуватися різними мережними технологіями. Тим не менше, використання різних мережних технологій створює нові проблеми в управлінні ПОБ, особливо, коли ПОБ є необхідною.

Вертикальний процес ПОБ може мати наступні три фази [6]:

Системне виявлення (Systemdiscovery): під час цієї фази МС визначає, які мережі можуть бути використані і які послуги доступні в кожній з цих мереж. Мережі можуть також розмістити «оголошення» підтримуваних швидкостей передачі даних для різних послуг і параметрів якості обслуговування QoS.

Рішення на ПОБ (Handoffdecision): на етапі прийняття рішення на ПОБ мобільний термінал визначає мережу, до якої він буде підключений, на основі декількох параметрів (рис. 2).

Виконання ПОБ (Handoffexecution): на етапі виконання ПОБ, з'єднання повинні бути безшовно-перенаправлені від існуючої мережі в нову мережу. Цей етап також включає в себе аутентифікацію і авторизацію, і передачу інформації контексту користувача.

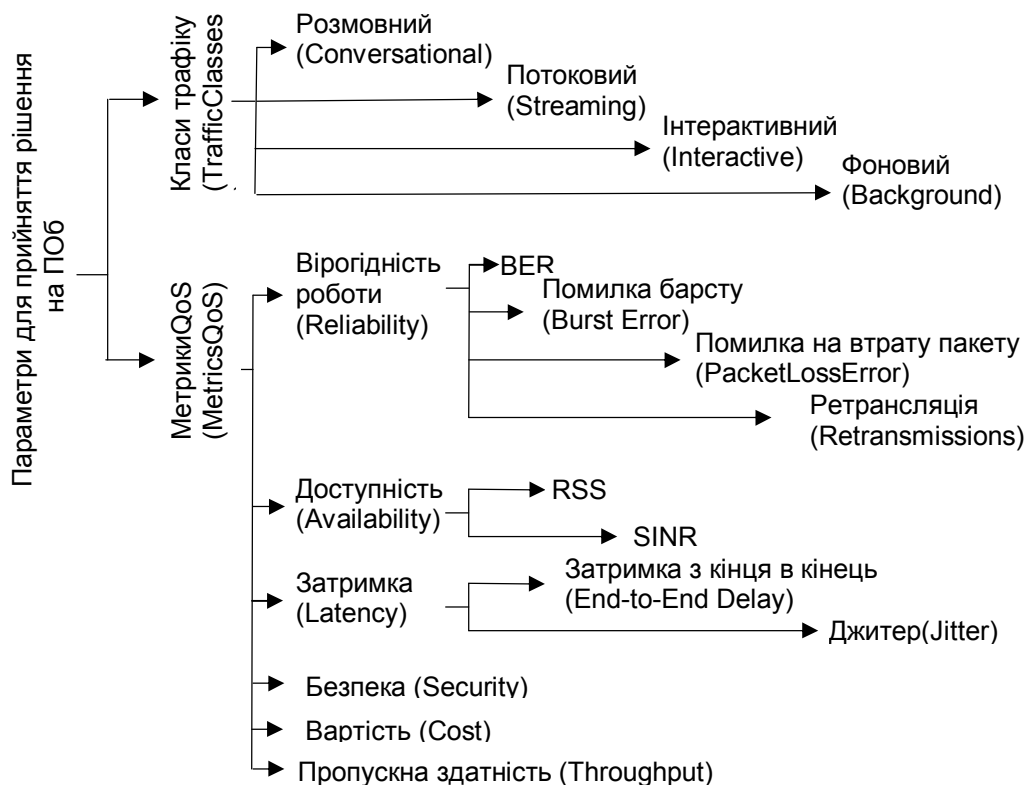


Рис. 2. Класи трафіку і метрики ПОБ

Оскільки фаза прийняття рішення є найбільш важливим етапом у вертикальних ПОБ, то мають місце цілий ряд алгоритмів прийняття рішення на

вертикальну ПОБ (Vertical Handoff Decision Algorithms), які зведені в табл. 1 і використовують для своєї роботи різні параметри.

Критерії схем прийняття рішення на вертикальну ПОб

Схеми прийняття рішення на вертикальну ПОб	Критерії схем	Мережі, в яких використовується схема	Література
Атрибут прийняття рішень на базі нечітких множин MADM (fuzzyMultipleAttributeDecisionMaking)	Ціна, ширина смуги пропускання, SNR, час перебування, цілісність, споживання батареї і переваги користувачів	WWAN	[7]
Комбінація AHP і GRA (integrate the Analytic Hierarchy Process (AHP) and the Grey Relational Analysis (GRA))	Пропускна здатність, затримка, час відгуку, джитер, BER, помилки передачі барстів, середня кількість ретрансляцій на пакет, коефіцієнт втрат пакетів, захищеність, вартість, RSS, площа обслуговування	UMTS, WLAN	[8]
Стратегія на базі економічно-функціонального рішення CVHDS (Cost-Function-Based Vertical Handoff Decision Strategy)	Навантаження трафіку, RSS і VRSS	WWAN	[3]
Рішення по Марковському процесу MDP (Markov Decision Process)	Ширина смуги пропускання, затримка, вартість задіяння переключення та сигналізації, QoS, вид сервісу	WWAN	[9]
З урахуванням гістерезису VHO hyst (Vertical Handoff Hysteresis)	RSS-гістерезис, кількість активних користувачів та швидкість їх руху, вид сервісу	WWAN	[10]
Адаптивна багатокритеріальна AMVO (Adaptive Multi-criteria Vertical Hand Off)	Кількість і швидкість руху користувачів, ширина смуги пропускання	UMTS, WLAN	[11]
Алгоритм на базі QoS QoS VHD (QoS-based Vertical Handoff Decision algorithm)	SINR, ширина смуги пропускання, навантаження трафіку і мобільність користувачів	CDMA, WLAN, WiBro, IEEE 802.16e	[12]
Алгоритм на базі SINR SINR VDH (SINR-based Vertical Decision Handoff algorithm)	SINR	WLAN, WCDMA	[13]
Інтелектуальний алгоритм IVHA (Intelligent Vertical Handoff Algorithm)	Швидкість руху користувачів, RSS	UMTS, WLAN	[14]
Функція прийняття рішення VHDF (Vertical Handoff Decision Function)	Грошово-кредитна Вартість, QoS, вимоги на потужність, переваги користувачів	WWAN, WLAN	[15]

Різні вирішення для вертикальної ПОб, які відомі на даний час, можуть бути класифіковані в підходах мережного рівня або верхнього рівня (рис. 3).

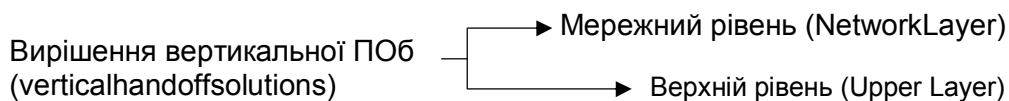


Рис. 3. Класифікація вирішень вертикальної ПОб

Вирішення вертикальної ПОб мережного рівня (Network Layer Vertical Handoff Solutions): підходи мережних рівнів, як правило, використовують протоколи IPv6 або мобільний IPv4, вимагають розгортання агентів в мережі Інтернет для ретрансляції та/або перенаправлення даних до МС [16].

Вирішення вертикального ПОб верхніх рівнів (Upper Layer Vertical Handoff Solutions): на верхньому

рівні сеансу реалізується внесення змін до з'єднань на нижчерозташованих рівнях, прозорих для застосувань.

Інші підходи використання верхніх рівнів пропонують нові протоколи транспортного рівня або модифікації існуючих протоколів транспортного рівня, щоб забезпечити необхідну підтримку ПОб [16].

ВИСНОВКИ

Таким чином, в роботі було проведено класифікацію вертикальної передачі обслуговування, а також аналіз основних алгоритмів прийняття рішення про передачу обслуговування, виявлено їх основні переваги та недоліки. Але незважаючи на їх велику кількість всі вони мають суттєві недоліки та потребують вдосконалення.

Список літератури

1. Кравчук С.А. Состояние и направления развития процедур передачи обслуживания в сотовых системах мобильной связи / С.А. Кравчук // Матер. 23-й Международной Крымской конф. «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2013). Севастополь, 8–13 сентября 2013 г. – Севастополь: Вебер, 2013. – С. 279-280.
2. Николаєнко Є.В. Алгоритми вертикального хендвера / Є.В. Николаєнко, Д.А. Міночкін // VII Міжнародна науково-технічна конференція студентів та аспірантів «Перспективи розвитку інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем» ПРІТС 2015: Збірник тез конференції. – К.: НТУУ "КПІ", 2015.
3. Shen W. A Novel Decision Strategy of Vertical Handoff in Overlay Wireless Networks / W. Shen, Q.-A. Zeng // In the Proc. 5th IEEE International Symposium on Network Computing and Applications (NCA 06), Cambridge, MA, USA, July 2006. – P. 227-230.
4. Stojmenovic I. Handbook of Wireless and Mobile Computing / I. Stojmenovic. – Ottawa: John Wiley & Sons, 2002. – 630 p.
5. Akyildiz I.F. Mobility Management in Current and Future Communications Networks / I.F. Akyildiz, J. McNair, J. Ho, H. Uzunalioglu, W. Wang // IEEE Network, Vol. 12, no. 4, 1998. – P. 39-49.
6. McNair J. Vertical Handoffs in Fourth-generation Multinetwork Environments / J. McNair, F. Zhu // IEEE Wireless Commun., Vol. 11, no. 3, June 2004. – P. 8-15.
7. Zeng W. Handover Decision Using Fuzzy MADM in Heterogeneous Networks / W. Zeng // In the Proc. 2004 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 04), Vol. 2, Atlanta, Georgia, USA, March 2004. – P. 653-658.
8. Song Q. A Network Selection Mechanism for Next Generation Networks / Q. Song, A. Jamalipour // In the Proc. 2005 IEEE Conference on Communications (ICC 05), Vol. 2, Seoul, Korea, May 2005. – P. 1418-1422.

9. Stevens-Navarro E. A Vertical Hand-off Decision Algorithm for Heterogeneous Wireless Networks / E. Stevens-Navarro, V.W.S. Wong, Y. Lin // In the Proc. 2007 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 2007), Hong Kong, P. R. China, March 2007. – P. 3199-3204.

10. Taha F. On the vertical handoff decision for wireless overlay networks / F. Taha, M. Salamah // In the Proc. 2006 International Symposium on Computer Networks (ISCN 06), Vol. 5, Istanbul, Turkey, June 2006. – P. 2083-2088.

11. Guo Q. An adaptive multi-criteria vertical handoff decision algorithm for radio heterogeneous network / Q. Guo, J. Zhuo, X. Xu // In the proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Communications (ICC 05), Vol. 4, Seoul, Korea, May 2005. – P. 2769-2773.

12. Lee D. QoS Based Vertical Handoff Decision Algorithm in Heterogeneous Systems / D. Lee, Y. Han, J. Hwang // In the Proc. 17th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC 06), Helsinki, Finland, September 2006. – P. 1-5.

13. Yang K. Using SINR as Vertical Handoff Criteria in Multimedia Wireless Networks / K. Yang, B. Qiu, L.S. Dooley // In the Proc. 2007 IEEE International Conference on Multimedia and Expo (ICME 07), Beijing, China, July 2007. – P. 967-970.

14. Mehbodniya A. An intelligent vertical handoff algorithm for next generation wireless networks / A. Mehbodniya, J. Chitizadeh // In the Proc. 2nd IFIP International Conference on Wireless and Optical Communications Networks (WOCN 05), Dubai, UAE, March 2005. – P. 244-249.

15. Hasswa A. Generic vertical handoff decision function for heterogeneous wireless networks / A. Hasswa, N. Nasser, H. Hossanein // Proc. 2nd IFIP International Conference on Wireless and Optical Communications Networks (WOCN 05), Dubai, UAE, March 2005. – P. 541-548.

16. Enhancing QoS for vertical handoffs using implicit/explicit handoff notifications / L.-J. Chen, G. Yang, T. Sun, M. Y. Sanadidi, and M. Gerla // Proc. 2nd International Conference on Quality of Service in Heterogeneous Wired/Wireless Networks (QShine 05), Orlando, Florida, USA, August 2005. – P. 8.

Надійшла до редколегії 6.10.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Ленков, Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ.

КЛАСИФИКАЦІЯ МЕТОДОВ ВЕРТИКАЛЬНОЇ ПЕРЕДАЧІ ОБСЛУЖИВАННЯ

С.А. Кравчук, Д.А. Міночкін

В работе рассмотрены методы вертикальной передачи обслуживания в современных системах сотовой связи, сделана их классификация. Проведен анализ основных алгоритмов вертикальной передачи обслуживания, определены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: сотовая связь, вертикальная передача обслуживания, абонентский терминал.

CLASSIFICATION OF METHODS OF SERVICE VERTICAL TRANSMISSION

S.O. Kravchuk, D.A. Minochkin

The methods of vertical transmission of service in the modern systems of cellular are in-process considered, their classification is done. The analysis of basic algorithms of vertical transmission of service is conducted, certain.

Keywords: cellular, vertical transmission of service, subscriber terminal.