

СПОСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ КРОС-РІВНЕВОЇ МОДЕЛІ В БЕЗПРОВОДОВІЙ МЕРЕЖІ

Афанасьєва Л. О.

Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна

E-mail: liana.afanasyeva@gmail.com

Methods of implementation of Cross-Layer design in wireless network

Classification of Cross-Layer design in wireless network are presented. The advantages and disadvantages of using such architecture are described.

В моделі TCP/IP зі з'єднанням «точка-точка» обмін даними та обслуговування викликів відбувається лише послідовно між сусідніми рівнями, що підтримують обмежений інтерфейс. Хоча таке розмежування рівнів дозволяє легко розгорнути мережу, інкапсуляція рівнів приховує основні причини розриву з'єднання. Наприклад, якщо безпроводовий канал зашумлений, інкапсуляція TCP/IP приводить до збільшення кількості переривання з'єднань. Навіть якщо з'єднання відсутнє протягом короткого проміжку часу, необхідно відновити зв'язки в усіх п'яти рівнях моделі через всі вузли на маршруті лінії зв'язку.

Конструкція крос-рівневої моделі направлена на вирішення щонайменше однієї з трьох основних цілей:

- підвищення надійності - управління мережевою безпекою на базі крос-рівневої конструкції дозволяє захистити систему шляхом збору системної інформації з рівнів, а потім використати її для отримання оптимальних параметрів безпеки;

- якості обслуговування - для поліпшення якості обслуговування забезпечують зв'язок між верхніми рівнями (рівнем додатків і транспортним рівнем) і нижніми рівнями (фізичним рівнем і канальним рівнем). Деякі крос-рівневі конструкції спрямовані на зниження помилок при передачі даних, які в основному викликані поганою продуктивністю MAC-рівня і фізичного рівня в безпроводовій мережі при використанні протоколу TCP в якості протоколу транспортного рівня;

- мобільності системи - так як рух вузла викликає перемикання каналів, зміну маршруту, а також інші проблеми, що є загальним в безпроводових мережах, існує необхідність забезпечення безперебійного зв'язку (наприклад, використовуючи CDMA/HDR).

Тобто, має забезпечуватись обмін та передача інформації між будь-якими двома рівнями та/або з іншими вузлами у мережах, що дасть можливість зкоординувати дії із врахуванням інформації з інших рівнів для досягнення певної мети, наприклад, виявити недоліки в маршруті зв'язку перед тим, як виникне розрив з'єднання.

Архітектуру крос-рівневої моделі можна умовно поділити по способу поширення інформації. В одному вузлі між всіма рівнями поширення

інформації може забезпечуватись некеруючим (non-manager method) або керуючим (manager method) методами, а між всіма вузлами в мережі-централізованим (centralized method) та розподіленим (distributed method) методами.

Некеруючий метод (рис. 1а) реалізує пряме з'єднання між будь-якою парою рівнів в стеку протоколів TCP/IP. Цей метод змінює функцію протоколів у визначених двох рівнях, дозволяючи пряме з'єднання. Сама ж структура TCP/IP моделі залишається незмінною.

Керуючий метод (рис. 1б) вводить вертикальну площину, як місце збереження всієї інформації між рівнями. Тобто, на вертикальній площині забезпечується керування обміном даних з одним або всіма рівнями в стеку протоколів TCP/IP [3]. Даний метод також не змінює структуру TCP/IP моделі, змінюючи лише функцію протоколів на рівнях, за рахунок чого і дозволяє поширювати дані з вертикальною площиною. В роботі [4] представлено модель крос-рівневої архітектури ECLAIR, що функціонує як вертикальна площина. Складається ECLAIR з рівнів налаштування, що реалізують інтерфейс для протоколів структури даних та підсистем оптимізації на кожному рівні, що представляють собою алгоритми та структури даних для крос-рівневої оптимізації.

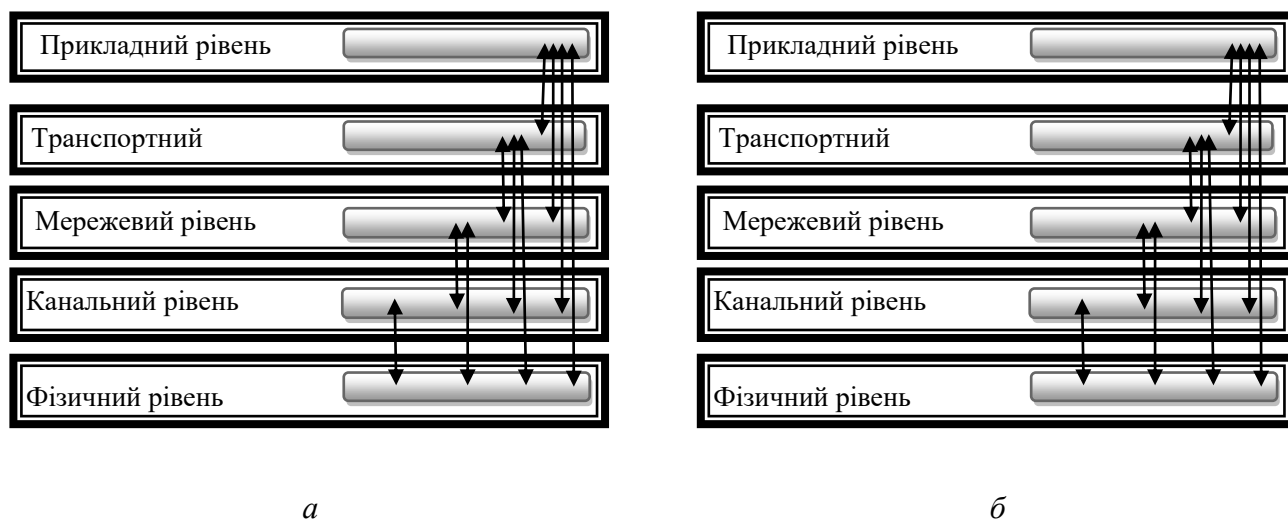


Рис.1. Способи поширення інформації в одному вузлі:
а - некеруючим методом; б – керуючим методом

У централізованому методі (centralized method) опорний (центральний) вузол (наприклад, базова станція у стільниковій мережі) або інші вузли ієрархії мережі (рис 2а) керує поширенням інформації з п'яти рівнів TCP/IP між двома вузлами. Даний метод реалізується у мобільній платформі для автономного управління M@ANGEL [5], що забезпечує безшовний когнітивний зв'язок та доступне за ціною високошвидкісне рішення для безпроводного доступу. Архітектура M@ANGEL складається з двох рівнів, що мають ієрархічну структуру. Кожен об'єкт нижнього рівня керує певним реконфігурованим елементом, а на верхньому рівні виконується управління сегментами мережі.

В розподіленому методі не використовується опорний вузол, а за рахунок поширення інформації від одного вузла до іншого реалізується багатопролітний маршрут (рис. 2б).

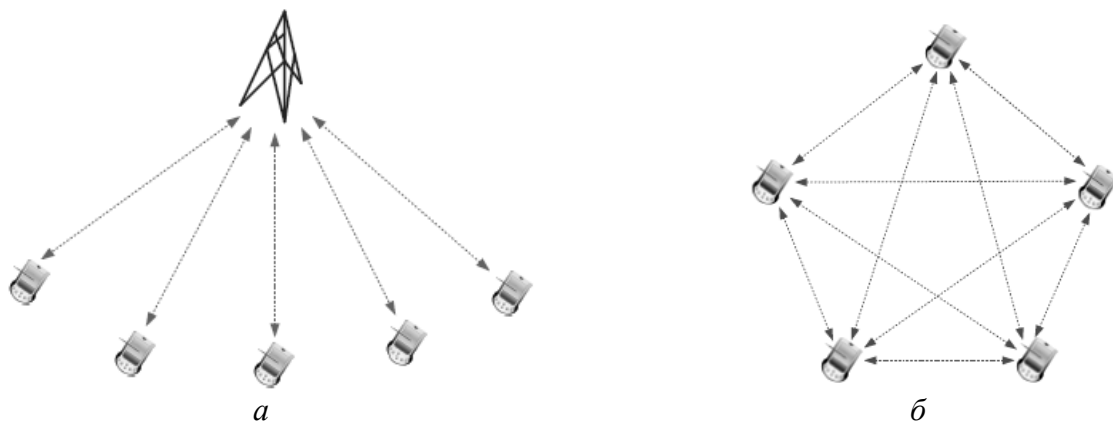


Рис. 2 - Способи поширення інформації між вузлами:
а - централізований метод; б – розподілений метод

Централізований метод поширення інформації зазвичай використовується для підвищення надійності та якості обслуговування в мобільних мережах, в той час як розподілений метод найчастіше використовується в ad-hoc мережах.

До недоліків крос-рівневих моделей відноситься відсутність універсальної конструкції, що автоматично адаптується до різних прикладних задач. Кожна крос-рівнева конструкція має свій специфічний спосіб взаємодії між рівнями (оригінальні протоколи та/або алгоритми для підтримки функціональності системи та вирішення конкретної проблеми в безпроводовій мережі) і, таким чином, співіснування і взаємозв'язок - це дві проблеми, з якими доводиться стикатися при проектуванні таких моделей архітектури. Як результат, це неминуче призведе до додаткових накладних витрат при обміні інформацією між рівнями. А також, через відсутність інкапсуляції рівнів виникають труднощі при модифікації будь-якого рівня без врахування особливостей інших.

Література

1. F. Foukalas, V. Gazis, and N. Alonistioti, Cross-Layer Design Proposals for Wireless Mobile Networks: A Survey and Taxonomy//IEEE Commun. Surveys & Tutorials. –2008. – pp. 70-85.
2. G. Carneiro, J. Ruela, M. Ricardo Cross-Layer Design in 4G Wireless Terminals// IEEE Wireless Commun. . –2004. – Vol. 11, No. 2. – pp. 7- 13.
3. V. Srivastava, Cross-Layer Design: A Survey and the Road Ahead// IEEE Communications.– 2005. –Vol. 43, No. 12. – pp. 112- 119.
4. V.T. Raisinghani, S. Iyer Cross-Layer Feedback Architecture for Mobile Device Protocol Stacks// IEEE Communications Magazine.–2006. –Vol. 44, No. 1. – pp. 85- 92.
5. M@ANGEL: Autonomic Management Platform for Seamless Cognitive Connectivity to the Mobile Internet // P. Demestichas, V. Stavroulaki P. Demestichas, V. Stavroulaki // IEEE Communications Magazine.–2006. –Vol. 44, No. 6. – pp. 118-127.