

NÂNG CAO HIỆU NĂNG MẠNG AD-HOC ĐA CHẶNG DỰA TRÊN GIẢI THUẬT CẤP PHÁT KÊNH ĐỘNG

IMPROVING THE PERFORMANCE OF MULTI-HOP AD-HOC NETWORK BASED ON DYNAMIC SUB-CHANNEL ASSIGNMENT ALGORITHM

Nguyễn Quang Khánh, Nguyễn Văn Đức

Trường Đại học Bách khoa Hà Nội

Email: khanhnq1@vms.com.vn, duc.nguyenvan1@hust.vn

TÓM TẮT

Trong bài báo, một giải thuật cấp phát kênh động (DSA) dựa trên OFDMA/TDD (Orthogonal frequency division multiplexing/Time division duplexing) được đề xuất. Các thách thức chính trong mạng ad-hoc đa chặng là các vấn đề kỹ thuật cấp phát tài nguyên vô tuyến đang tồn tại, như các vấn đề về node ẩn, node hiện, nhiễu xuyên kênh. Giải thuật cấp phát kênh động DSA bao gồm cơ chế cấp phát kênh dựa vào tín hiệu bận, đảm bảo yêu cầu chất lượng mạng. Thuật toán này sẽ cho phép mạng sử dụng OFDMA/TDD tránh vấn đề về node ẩn, node hiện, có thể tái sử dụng toàn bộ dải tần số và đảm bảo hiệu năng của mạng ad-hoc đa chặng sẽ được nâng cao. Kết quả mô phỏng thu được sẽ chứng minh giải pháp đề xuất cho chất lượng dịch vụ cao hơn các giải pháp thông thường không phải là DSA.

Từ khóa: OFDMA/TDD; giao thức lớp MAC; giao thức lớp Vật lý; mạng ad-hoc đa chặng; DSA

ABSTRACT

In this paper, a dynamic Sub-channel Assignment Algorithm (DSA) based on OFDMA/TDD (Orthogonal frequency division multiplexing/Time division duplexing) is proposed. Some major challenges in ad-hoc and multi-hop networks have several drawbacks of existing radio resource allocation techniques in the OFDM system, such as the hidden node, exposed node and co-channel interference problems. The proposed dynamic Sub-channel Assignment Algorithm DSA includes channel selection based on busy signals mechanism, assures the required QoS networks. This algorithm will allow the network based on OFDMA/TDD to avoid the hidden and exposed node problem, to operate with full frequency reuse and the ensuring of the quality of service in ad-hoc and multi-hop networks is significantly improved. Numerical results show that the throughput obtained by the proposed approach to a given quality of service is higher than the conventional methods without DSA.

Key words: OFDMA/TDD; MAC layer protocol; Physical layer protocol; Ad-hoc multi-hop network; DSA

1. Đặt vấn đề

Vấn đề node ẩn xảy ra khi hai node khác vùng phủ sóng đồng thời truyền dữ liệu đến một node thứ ba thuộc vùng giao, việc truyền dữ liệu này sẽ gây ra xung đột trong mạng. Tương tự với vấn đề node hiện xảy ra khi hai node cùng thuộc một vùng phủ sóng không thể truyền dữ liệu cho nhau nếu trong cùng vùng phủ sóng đó đang có hai node khác đang truyền dữ liệu cho nhau, nguyên nhân do cơ chế CSMA truyền thống được áp dụng trong mạng để hạn chế xung đột kênh đã gây ra vấn đề node hiện [1]. Hậu quả, hiệu năng của mạng không được tối ưu. Hiện nay, tại Việt Nam và trên thế giới đã có những giải pháp để hạn chế các nhược điểm trên như cơ chế RTS/CTS của CSMA/CA [2]. Tuy nhiên,

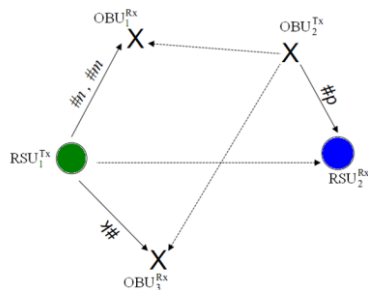
các nghiên cứu hiện tại chỉ áp dụng trên các hệ thống một kênh (coi như các node chỉ truyền dữ liệu trên một kênh duy nhất) [2], có rất nhiều hạn chế như trong mạng nhiều node, do mạng chỉ cấp phát một kênh duy nhất nên tại một thời điểm chỉ có duy nhất hai node truyền dữ liệu cho nhau, các node khác trong trạng thái chờ, dẫn tới thông lượng mạng rất thấp. Gần đây, phương pháp OFDM được áp dụng nhiều trong việc truyền dữ liệu vô tuyến trong mạng ad-hoc hoặc mạng tế bào với phương pháp truy cập là OFDMA [5-7]. Bằng cách sử dụng phương pháp truy cập OFDMA sẽ có thể tái sử dụng toàn bộ dải tần số trong mạng, tuy nhiên nhiễu xuyên kênh là một hạn chế lớn trong mạng sử dụng phương pháp này do người dùng đồng thời sử dụng cùng tần số kênh ở các vùng khác nhau.

Để thực hiện giải quyết vấn đề node ẩn, node hiện và sự tái sử dụng toàn bộ dải tần số, trong bài báo này, chúng tôi sẽ đề xuất một thuật toán cấp phát kênh động DSA cho mạng ad-hoc sử dụng OFDMA/TDD. Bằng các kết quả từ thực nghiệm, chúng tôi sẽ chứng minh thuật toán DSA hỗ trợ nâng cao hiệu năng trong mạng ad-hoc.

2. Giải quyết vấn đề

2.1. Vấn đề nhiễu xuyên kênh (CCI) trong hệ thống OFDMA/TDD

Chúng tôi xét một kịch bản đơn giản bao gồm hai RSU (roadside units – Thiết bị cố định bên đường) và ba thiết bị OBU (on-board units – Thiết bị di chuyển trên đường) như mô tả trong hình 1. Trên hình ta thấy khi RSU_1^{Tx} ở chế độ đang phát tín hiệu đến hai thiết bị OBU_1^{Rx} và OBU_3^{Rx} thì đồng thời RSU_2^{Rx} đang nhận dữ liệu từ OBU_2^{Tx} gửi đến. Như vậy, do các cặp “Thu – Phát” thực hiện trao đổi đồng thời trên một khe thời gian nên RSU_1^{Tx} ngoài tín hiệu có ích truyền đến cho OBU_1^{Rx} và OBU_3^{Rx} còn gây nhiễu cho RSU_2^{Rx} đang ở chế độ thu. Tương tự như vậy OBU_2^{Tx} phát tín hiệu đến RSU_2^{Rx} cũng gây nhiễu cho OBU_1^{Rx} và OBU_3^{Rx} . Các nhiễu này được gọi là nhiễu xuyên kênh [9].

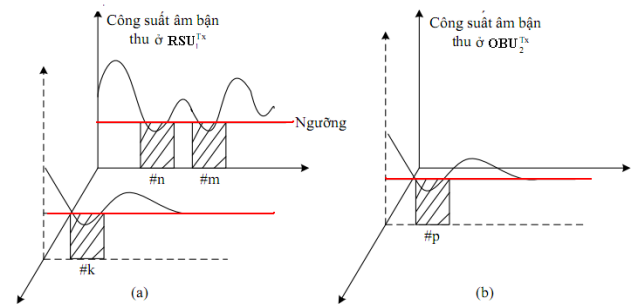


Hình 1. Nhiễu CCI trong hệ thống OFDMA/TDD

2.2. Cơ chế cấp phát dựa trên tín hiệu báo bận

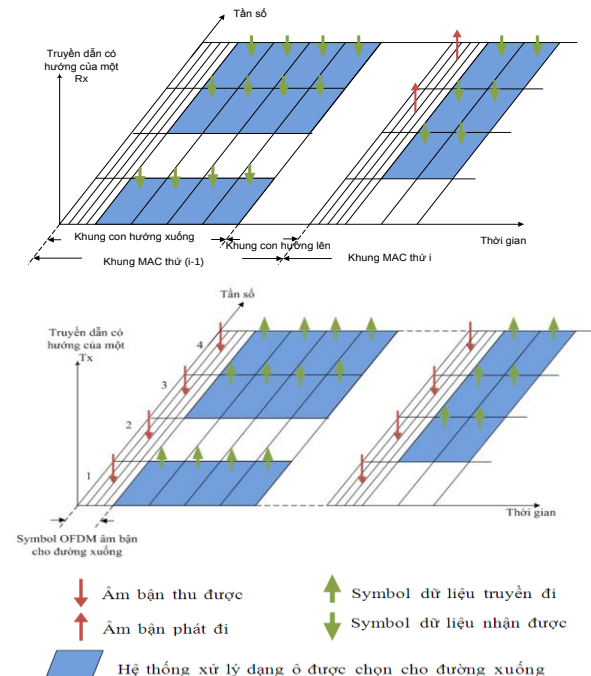
Giả thiết rằng OBU_2^{Tx} tham gia vào mạng và phát tới RSU_2^{Rx} ở hướng lên (uplink) nhưng cùng thời điểm đó, OBU_1^{Rx} và OBU_3^{Rx} đang trong quá trình nhận dữ liệu. Vậy, OBU_1^{Rx} và OBU_3^{Rx} có khả năng trở thành những máy thu bị gây nhiễu bởi OBU_2^{Tx} . Để tránh sự gây nhiễu này, cả OBU_1^{Rx} và OBU_3^{Rx} phải phát quảng bá một tín hiệu bận với công suất định trước trong một khe thời gian nhỏ trên những kênh mà chúng sử dụng cho việc truyền dẫn. OBU_2^{Tx} trước hết sẽ nghe tất cả các kênh tín hiệu bận và so sánh công suất tín

hiệu nhận được trên tất cả các kênh với một mức ngưỡng cho trước. Nếu công suất tín hiệu bận thấp hơn mức ngưỡng thì độ lợi kênh thực sự cho máy thu bị gây nhiễu nhỏ. Điều này có nghĩa là khi OBU_2^{Tx} sử dụng một sóng mang con tương ứng thì nhiễu gây ra là không đáng kể. Giả thiết tín hiệu bận nhận được trên các kênh $\#p$ và $\#q$ thấp hơn mức ngưỡng, như được minh họa trên hình 2. Do đó, các kênh này được OBU_2^{Tx} lựa chọn để truyền dẫn. Với cơ chế này sẽ giải quyết các vấn đề như node ẩn, node hiện và nhiễu xuyên kênh như đã nêu trên trong các mục do mỗi node trước khi truyền sẽ được cấp phát động một kênh riêng.



Hình 2. Công suất âm bận thu được tại máy phát

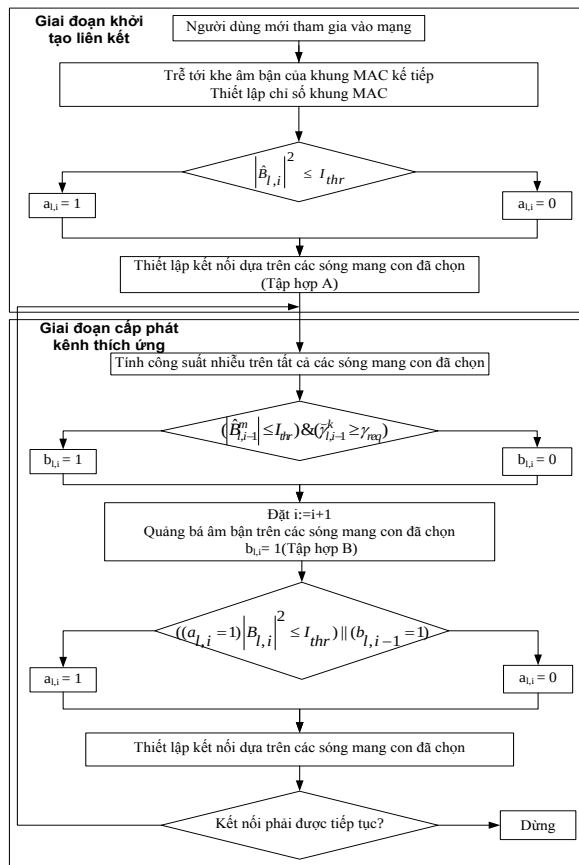
2.3. Giải thuật cấp phát kênh động (DSA)



Hình 3. Cấu trúc khung lớp MAC

Trong mục này, chúng tôi đề xuất giải thuật cấp phát kênh động DSA sử dụng cơ chế cấp phát kênh dựa trên tín hiệu báo bận được đề xuất trong

mục 2.2, ngoài ra DSA có sử dụng các phương pháp chọn kênh tối ưu đảm bảo nâng cao hiệu năng mạng. Các cơ sở lý thuyết của thuật toán được mô tả chi tiết ở các mục 2.3.1 và 2.3.2. Thuật toán DSA được xây dựng chi tiết dựa trên cấu trúc khung MAC mới đề xuất được minh họa trong hình 3. Phần phía trên biểu diễn quá trình phát và thu nhìn từ RSU, phần phía dưới biểu diễn quá trình phát và thu nhìn từ OBU. Cấu trúc của khung con hướng lên cũng tương tự như cấu trúc của khung con hướng xuống. Mỗi khung con bao gồm một kênh tín hiệu bận (một ký hiệu OFDM) cho việc báo hiệu âm bận. Chiều dài khung MAC được chọn sao cho nằm trong khoảng thời gian tương quan của kênh. Việc lựa chọn kênh con ở giai đoạn khởi tạo chỉ do máy phát thực hiện, còn trong giai đoạn thích ứng thì được thực hiện bởi cả máy phát và máy thu.



Hình 4. Thuật toán cấp phát kênh động DSA

Giả thiết một RSU muốn truyền gói dữ liệu đến cho một OBU. Để thiết lập được kênh truyền trước hết nó phải nghe âm bận trên tất cả các kênh. Giả sử công suất tín hiệu bận của kênh con

thứ nhất, thứ 3 và thứ 4 thấp hơn một ngưỡng nào đó và do vậy chúng được lựa chọn cho việc truyền dẫn trong khung MAC thứ $i-1$. Giả thiết SINR của kênh con thứ nhất trong hướng xuống đang ở mức thấp không thể chấp nhận được. Do đó, OBU sẽ không phát quảng bá tín hiệu bận trên kênh con thứ nhất ở khung MAC kế tiếp, nghĩa là OBU chỉ phát tín hiệu bận trên các kênh con thứ 3 và thứ 4. Do sự biến đổi của kênh theo thời gian nên công suất tín hiệu báo bận trên kênh con thứ 2 ở khung MAC thứ i có thể có công suất thấp hơn mức ngưỡng. Nếu giả thiết này là đúng thì kênh con thứ 2 lại được lựa chọn cho việc truyền dẫn hướng xuống trong khung MAC thứ i . Toàn bộ thuật toán đề xuất được chia làm hai bước sau theo sơ đồ luồng xử lý hình 4.

2.3.1. Giai đoạn khởi tạo liên kết

Giả thiết RSU m muốn một liên kết với OBU k trong khung MAC thứ $(i-2)$, nghĩa là thời điểm đến yêu cầu truyền dẫn là một thời điểm ngẫu nhiên trong khung MAC thứ $(i-2)$, bởi vậy không thể đảm bảo rằng kênh bận được nghe trong chu kỳ khung MAC này. Do đó RSU phải trì hoãn việc truyền dẫn cho tới khung MAC tiếp theo, khung MAC thứ $(i-1)$, khi nó có cơ hội thích hợp đầu tiên để “nghe” kênh bận. Âm bận nhận được được so sánh với một mức ngưỡng cho trước. Giả thiết công suất tín hiệu bận nhận được tại máy phát trên một vài kênh con thấp hơn mức ngưỡng, nên các kênh con này được chọn để truyền dẫn. OBU k xác định tỷ số tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (SINR) trên mỗi kênh con này. Dựa trên yêu cầu QoS mà OBU sẽ quyết định duy trì kênh con tương ứng hoặc giải phóng kênh con tương ứng. SINR trên một kênh con nào đó có thể thấp do kênh con này trên liên kết mong muốn bị fading sâu hoặc nhiều do sự truyền dẫn khác gây ra lớn. Giả thiết rằng SINR trên kênh con thứ nhất trong hướng xuống ở mức thấp không chấp nhận được. Bởi vậy tín hiệu bận không được phát quảng bá trên kênh con này trong khung MAC tiếp theo. Kết quả là OBU k chỉ truyền tín hiệu bận trên kênh con thứ 3 và thứ 4. Để mô hình hóa bằng toán học, ta định nghĩa $a_{l,i-1}^{k,m}$ là ký hiệu biểu thị sự ấn định kênh cho kênh con thứ l tại khung MAC thứ $(i-1)$ của liên kết giữa RSU m và OBU

k. Nếu kênh con được chỉ định thì $a_{l,i-1}^{k,m} = 1$, ngược lại $a_{l,i-1}^{k,m} = 0$. Kết quả của việc ấn định kênh thu được bằng cách so sánh âm bản nhận được với mức ngưỡng, được biểu thị như sau:

$$a_{l,i-1}^{k,m} = \begin{cases} 1 & |\hat{B}_{l,i-1}^m| \leq I_{thr} \\ 0 & \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó, $\hat{B}_{l,i-1}^m$ là tín hiệu âm bản nhận được tại RSU m trên kênh con thứ l trong khung MAC thứ (i-1). Mức ngưỡng I_{thr} là một giá trị cho trước thể hiện mức nhiễu lớn nhất mà sự truyền dẫn này có thể gây ra cho các máy thu khác ở trong mạng. Chúng tôi định nghĩa A là tập bao gồm tất cả các kênh được quyết định bởi công thức (1).

2.3.2. Giai đoạn cấp phát kênh thích ứng

Tại khung MAC thứ (i-1), máy thu OBU k ước lượng SINR trên các kênh của tập A ở giai đoạn khởi tạo liên kết và quyết định liệu kênh con này có được duy trì hay không. Dựa trên yêu cầu QoS truyền dữ liệu, máy thu OBU k sẽ quyết định duy trì hoặc giải phóng các kênh xác định trong tập A. Máy thu OBU sẽ chỉ quảng bá tín hiệu bản trên các kênh trong tập A được lựa chọn duy trì. Kết quả của việc ra quyết định được mô tả bởi $b_{l,i-1}^{k,m}$ trong đó $b_{l,i-1}^{k,m} = 1$ thì kênh l sẽ được duy trì và ngược lại. Chúng tôi đề xuất thuật toán (2) để thực hiện quyết định xem kênh l sẽ được OBU k duy trì để truyền khung MAC thứ i hay không. $\tilde{\gamma}_{l,i-1}^k$ và γ_{req} là SINR được ước lượng bởi máy thu OBU k trên kênh l khi truyền khung MAC thứ (i-1) và QoS yêu cầu.

$$b_{l,i-1}^{k,m} = \begin{cases} 1 & (|\hat{B}_{l,i-1}^m| \leq I_{thr}) \& (\tilde{\gamma}_{l,i-1}^k \geq \gamma_{req}) \\ 0 & \end{cases} \quad (2)$$

Việc quyết định giá trị của $a_{l,i-1}^{k,m}$ do máy phát thực hiện để loại trừ CCI, trong khi việc quyết định giá trị của $b_{l,i-1}^{k,m}$ lại do máy thu đảm nhiệm để đảm bảo SINR yêu cầu được duy trì. Chúng tôi định nghĩa B là tập bao gồm tất cả các kênh được quyết định bởi công thức (2). Đối với bất kỳ khung MAC nào lớn hơn hoặc bằng i, công suất tín hiệu bản nhận được bao gồm công suất tín hiệu có ích của liên kết truyền dẫn đang

thực hiện, cụ thể là giữa RSU m và OBU k, và công suất tín hiệu bản của tất cả các máy thu khác có khả năng phải chịu nhiễu. Tín hiệu bản nhận được trong khung con hướng xuống của khung MAC thứ i tại RSU m được viết như sau:

$$\hat{B}_{l,i}^m = H_{l,i}^{k,m} B_{l,i}^k b_{l,i-1}^{k,m} + \sum_{\forall k' \neq k} H_{l,i}^{k',m} B_{l,i}^{k'} b_{l,i-1}^{k',m} \quad (3)$$

Trong đó: $B_{l,i}^k$ và $\hat{B}_{l,i}^m$ tương ứng là tín hiệu bản được gửi đi và nhận được trên kênh con thứ l và trong khung MAC thứ i của OBU k và RSU m. $H_{l,i}^{k,m}$ biểu thị hệ số hàm truyền đạt kênh cho kênh con thứ l và khung MAC thứ i của tuyến truyền dẫn đang xét giữa RSU m và OBU k. Tương tự, $H_{l,i}^{k',m}$ là hệ số hàm truyền đạt kênh giữa đầu cuối k' (có thể là RSU hoặc OBU đồng tuyến) và RSU m. Điều kiện để lựa chọn một sóng mang con tại máy phát phục vụ cho việc truyền dẫn giữa RSU m và OBU k trong giai đoạn cấp phát kênh thích ứng (trong khung MAC từ thứ i trở đi) được thể hiện như sau:

$$a_{l,i}^{k,m} = \begin{cases} 1 & (\bar{a}_{l,i-1}^{k,m} |\hat{B}_{l,i}^m| \leq I_{thr}) \& b_{l,i-1}^{k,m} = 1 \\ 0 & \end{cases} \quad (4)$$

Trong đó: $\bar{a}$ là phần bù của a. Trong điều kiện $(\bar{a}_{l,i-1}^{k,m} |\hat{B}_{l,i}^m|^2 \leq I_{thr})$ có nghĩa là kênh con thứ l không được sử dụng trong khung MAC thứ (i-1) và âm bản nhận được trên kênh con này tại khung MAC thứ i thấp hơn mức ngưỡng đã cho. Điều kiện $b_{l,i-1}^{k,m} = 1$ có nghĩa là kênh con thứ l được lựa chọn trong khung MAC trước đó và SINR yêu cầu vẫn được duy trì. Trong trường hợp này, kênh con thứ l vẫn được chọn cho liên kết này (kênh con 3 và 4 trong ví dụ). Trong ví dụ trên, kênh con thứ nhất được giải phóng do SINR được yêu cầu γ_{req} tại OBU k không đạt được. Việc lựa chọn $b_{l,i}^{k,m}$ trong giai đoạn thích ứng tương tự như ở phương trình (2). Do việc chọn kênh phụ thuộc vào cơ chế tín hiệu báo bản do đó thuật toán cấp phát kênh động DSA đã thực hiện giải quyết vấn đề node ẩn, node hiện và hỗ trợ tái sử dụng toàn bộ kênh. Ngoài ra, bằng các giải pháp lựa chọn duy trì kênh truyền dựa vào các yêu cầu chất lượng đường truyền

nên thuật toán cấp phát kênh động DSA sẽ tối ưu được hiệu năng mạng. Trong phần tiếp theo chúng tôi sẽ chứng minh tối ưu hiệu năng mạng của thuật toán cấp phát kênh động DSA.

3. Kết quả nghiên cứu và Bình luận:

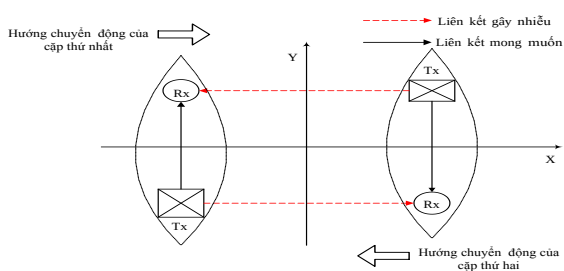
Trong kịch bản mô phỏng, các tham số OFDM sẽ được lựa chọn như trong bảng 1 [8].

Bảng 1. Các tham số OFDM trong kịch bản mô phỏng

Tham số	Giá trị
Băng thông (B)	20 MHz
Khoảng thời gian lấy mẫu ($T_s=1/B$)	50 ns
Độ dài FFT (NFFT)	256
Độ dài OFDM symbol (TS)	12.8 μ s
Khoảng Guard (TG)	2 μ s
Tần số (f_c)	1.9 GHz
Phương pháp điều chế	16-QAM
SINR yêu cầu tối thiểu (γ_{req})	16 dB

3.1. Kịch bản mô phỏng

Chúng tôi xây dựng một kịch bản cho mạng ad-hoc như sau: Trong hình 5, mô hình mạng ad-hoc với hai cặp kết nối hoạt động ở chế độ TDD. Trong mô hình này, khoảng cách giữa hai node trong cùng cặp là không đổi và hai cặp di chuyển ngược chiều nhau. Mô hình mạng này sẽ được thử nghiệm với các trường hợp cấp phát kênh không sử dụng thuật toán DSA, sử dụng thuật toán DSA với các giá trị I_{thr} khác nhau lần lượt bằng -40dBm, -60dBm, -70dBm, -80dBm, -90dBm.

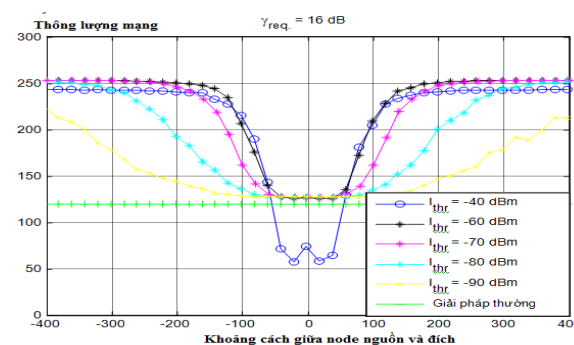


Hình 5. Kịch bản mô phỏng

3.2. Phân tích kết quả

Từ kết quả thu được trong hình 6, ta thấy ứng với các mức ngưỡng lựa chọn khác nhau, thì thông lượng của mạng cũng thay đổi trên toàn chặng của các cặp kết nối trong mạng. Trường hợp không sử dụng thuật toán DSA cho ta kết quả

thông lượng mạng rất thấp và không đổi trên toàn tuyến đặc trưng bằng đường của “giải pháp thường” [3, 4]. Với “giải pháp thường”, khi một node gia nhập mạng trước khi truyền dữ liệu thực hiện lắng nghe tín hiệu trên tất cả các kênh nhưng khác với DSA, không có mức ngưỡng, không có tín hiệu báo bận, chỉ cần công suất tín hiệu trên các kênh khác 0 thì các kênh đó sẽ không được sử dụng. Việc không có mức ngưỡng, không có tín hiệu báo bận dẫn tới nhiều kênh có tín hiệu được truyền nhưng vẫn đảm bảo chất lượng mạng, nhưng không được sử dụng cho các cặp node truyền nhận dữ liệu khác, qua đó thông lượng mạng không được cải tiến. Giải thuật DSA đã giải quyết được các hạn chế trên qua đó đảm bảo năng cao chất lượng mạng OFDMA/TDD.



Hình 6. Thông lượng mạng tại các ngưỡng khác nhau

Việc lựa chọn mức ngưỡng ứng với $I_{thr} = -40\text{dBm}$ và $I_{thr} = -90\text{dBm}$ thì thông lượng mạng thay đổi rõ rệt do mức ngưỡng được lựa chọn chưa được tối ưu phù hợp với mô hình kênh truyền và mô hình mạng. Do đó, trong khi mô phỏng ta đã tối ưu hóa được mức ngưỡng và chọn ra được mức ngưỡng tối ưu phù hợp với $I_{thr} = -60\text{dBm}$. Nghĩa là, ứng với mức ngưỡng này số kênh có thể cấp phát cho một kết nối tăng lên, làm tăng thông lượng trên các kết nối đạt mức gần như tối đa có thể. Nếu mức ngưỡng tín hiệu bận rất thấp thì chỉ những kênh còn tạo ra công suất nhiễu không đáng kể mới được lựa chọn. Điều này có nghĩa là không có sự truyền dẫn trên các kênh còn đó hoặc có một máy thu bị nhiễu ở một khoảng cách rất xa so với máy phát đang quét kênh bận. Hệ quả là khả năng SINR trên những kênh còn này tại máy thu chủ định lớn hơn mức yêu cầu là rất cao. Khi mức ngưỡng tín hiệu bận tăng thì số kênh còn trong tập A tăng lên

tới tổng số kênh con, nhưng cùng lúc đó số kênh con bị loại tăng lên do mức nhiễu CCI trong mạng cũng tăng. Nếu ngưỡng nhiễu tín hiệu bản là rất cao, điều này cơ bản có nghĩa là không có sự phát hiện và quan tâm đến nhiễu. Hệ thống hoạt động như thể chỉ có giải thuật lựa chọn kênh con ngẫu nhiên được thực hiện. Giá trị mức ngưỡng tối ưu cũng phụ thuộc vào giá trị của yêu cầu chất lượng dịch vụ γ_{req} . Chúng ta cũng nhận thấy rằng khi yêu cầu chất lượng dịch vụ càng thấp thì giá trị mức ngưỡng tối ưu càng cao.

4. Kết luận

Trong bài báo, nhóm tác giả đề xuất một thuật toán cấp phát kênh động DSA. Thuật toán DSA thông qua thiết lập các kênh TDD tương hỗ, đưa ra một cấu trúc khung MAC gồm 2 khung MAC con thích hợp cho chế độ TDD, thiết lập một cơ chế phân kênh dựa trên tín hiệu âm bản và đưa ra một giá trị ngưỡng thích hợp với một QoS đặt ra để đạt được chất lượng theo yêu cầu. Với thuật

toán này làm giảm được nhiễu CCI cho mạng ad-hoc hoạt động ở OFDMA/TDD, từ đó sẽ làm tăng thông lượng mạng. Với hệ thống đa sóng mang OFDMA thuật toán đã tối ưu hóa được thông giữa lớp vật lý và lớp MAC do đó hiệu suất của mạng được nâng cao. Ngoài ra, thuật toán DSA cũng giải quyết các vấn đề về node ẩn, node hiện, tái sử dụng toàn bộ kênh được cấp phát trong mạng. Hiện nay, mô hình OSI chỉ thực sự có hiệu quả trong mạng có dây, do tính ổn định, sự tin cậy cao, đường kết nối giữa các nodes là độc lập với nhau. Đối với mạng không dây, đường kết nối giữa các node thường bị ảnh hưởng bởi các đường kết nối khác, đó là các nhiễu vô tuyến. Mạng không dây yêu cầu một cơ chế cấp phát kênh truyền phức tạp, chính điều này yêu cầu các thông tin cần được trao đổi giữa các lớp trong mô hình OSI. Trong tương lai, chúng tôi sẽ nghiên cứu xây dựng một giao thức xuyên lớp có sử dụng các tham số lớp MAC dựa trên thuật toán cấp phát kênh động DSA để thực hiện cải tiến hiệu năng mạng ad-hoc.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Li Bin Jiang, "Improving Throughput and Fairness by Reducing Exposed and Hidden Nodes in 802.11 Networks", *Mobile Computing, IEEE Transactions on*, vol.7 (1), 2008, pp.34–49.
- [2] Sugimoto T., "Maximum throughput analysis for RTS/CTS-used IEEE 802.11 DCF in wireless multi-hop networks", in *Proceedings of Computer and Communication Engineering (ICCCCE)*, Kuala Lumpur, Malaysia, May 2010, pp.01–06.
- [3] J. Gross, I. Paoluzzi, H. Karl, and A. Wolisz, "Throughput study for a dynamic OFDM-FDMA system with inband signaling", in *Proceedings of the IEEE Vehicular Technology Conference (VTC 2003-Spring)*, vol.3, Jeju, Korea, April 2004, pp.1787–1791.
- [4] Ferdowsi V., Mitchell K., "A time-slot and channel assignment algorithm in OFDM/TDMA wireless mesh networks", in *Proceedings of the Consumer Communications and Networking Conference (CCNC)*, 2012 IEEE, Jan 2012, pp.910–915.
- [5] Kai-Kit Wong, "Adaptive antennas at the mobile and base stations in an OFDM/TDMA system", *Communications, IEEE Transactions on*, vol.49, no.1, 2001, pp.195–206.
- [6] J. Jang and K. B. Lee, "Transmit power adaptation for multiuser OFDM systems", *IEEE J. Select. Areas Commun.* vol. 21, no.2, February 2003, pp.171–178.
- [7] H. Yaghoobi, "Scalable OFDMA Physical Layer in IEEE 802.16 WirelessMAN", *Intel Technology Journal*, vol.8, no.3, 2004, pp.201–212.
- [8] S. Yun, S. Y. Park, Y. Lee, E. Alsusa, and C. G. Kang, "Spectrum efficient region-based resource allocation with fractional loading for FH-OFDMA cellular systems", *Electronics Letters*, vol.41, no.13, June 2005, pp.752–754.
- [9] C. Prehofer and C. Bettstetter, "Self-organization in communication networks: principles and design paradigms", *IEEE Commun. Mag.*, vol.43, no.7, July 2005, pp.78–85.

(BBT nhận bài: 16/03/2013, phản biện xong: 30/07/2013)