

CÔNG NGHỆ WIFI 6 – THẾ HỆ MỚI CỦA MẠNG KHÔNG DÂY

Nguyễn Minh Thắng¹

¹Trường Đại học Kinh tế - Tài chính TP. HCM, Việt Nam, thangnm@uef.edu.vn

Tóm tắt: Công nghệ Wi-Fi (Wireless Fidelity) đã có những bước phát triển vượt bậc và đang được sử dụng rộng rãi trong cuộc sống hàng ngày. Wi-Fi 802.11ax là tên gọi của chuẩn mạng không dây thế hệ thứ 6 với nhiều cải tiến mạnh mẽ so với các thế hệ trước đó, hứa hẹn khả năng đáp ứng nhu cầu của thời đại “thế giới số” đang ngày càng phát triển. Bên cạnh đó, công nghệ Wi-Fi 6 ra đời giúp cải thiện băng thông trong các kết nối các thiết bị IoT hay trong các hội nghị trực tuyến. Trong bài báo này, chúng tôi sẽ giới thiệu nền tảng, ưu điểm, các công nghệ chính và các kịch bản ứng dụng và hướng phát triển của Wi-Fi 6 (802.11ax), cũng như phân tích những ưu điểm, điểm bật của Wi-Fi 6 so với Wi-Fi 5 (802.11ac).

Từ khóa: Wi-Fi, IEEE 802.11ax, 902.11ac, OFDMA, MIMO, mạng không dây.

Abstract: Wi-Fi (Wireless Fidelity) technology has advanced significantly and is now extensively utilized in daily life. Wi-Fi 802.11ax is the name of the 6th generation wireless network standard, which boasts a number of significant enhancements over previous generations and promises to fulfill the demands of an increasingly "digital world" period. Furthermore, Wi-Fi 6 was provided to assist in the improvement of bandwidth in IoT device connections and video conferencing. In this paper, we'll go through the history, benefits, major technologies, application scenarios, and development directions of Wi-Fi 6 (802.11ax), as well as compare and contrast the benefits and highlights of Wi-Fi 6 with Wi-Fi 5 (802.11ac).

Keywords: Wi-Fi, IEEE 802.11ax, 902.11ac, OFDMA, MIMO.

1. Giới thiệu

Hiện nay, mạng không dây đã được sử dụng rất phổ biến và là một phần không thể thiếu trong cuộc sống, trong công việc. Đặc biệt trong thời kỳ dịch Covid-19, mạng không dây trở nên rất hữu ích trong các hoạt động học tập, hội họp, ... và phù hợp cho mọi lứa tuổi trong xã hội. Thông qua mạng Wi-fi (Wireless Fidelity) các trường học dễ dàng triển khai việc học tập trực tuyến, trao đổi tài liệu, tài nguyên học tập giữa giáo viên và học sinh, giúp việc học và dạy trở nên hiệu quả hơn bao giờ hết. Theo WFA báo cáo dự kiến trong tương lai số lượng thiết bị đầu cuối có sử dụng mạng không dây sẽ đạt 100 tỷ vào năm 2025, để hỗ trợ các nhu cầu kết nối các công nghệ hiện nay đã có như WLAN, Wi-Fi, 3G, 4G LTE, ... Trong đó, Wi-fi trở nên công nghệ được ưa thích của người dùng để truy cập Internet cả trong nhà và tại nơi làm việc.

Wi-Fi là công nghệ truy cập không dây tầm ngắn giúp chuyển đổi tín hiệu từ có dây sang không dây dựa trên các giao thức đồng

IEEE 802.11. 802.11b là tiêu chuẩn Wi-Fi được chấp nhận rộng rãi đầu tiên vào năm 1997, tiếp theo là 802.11a, 802.11g, 802.11n và 802.11ac. Sự phát triển của năm thế hệ Wi-Fi này chủ yếu xoay quanh việc tăng tốc độ lý thuyết, tức là thông lượng trong một môi trường Tỷ lệ nhiễu tín hiệu (SNR) cao. Để đáp ứng nhu cầu băng thông ngày càng tăng, khi các dịch vụ mới như nhà thông minh, thành phố thông minh, hội nghị truyền hình và AR/VR trở nên phổ biến cũng như sự xuất hiện của các thiết bị IoT, mạng Wi-Fi có dấu hiệu bắt đầu bị tắc nghẽn do số lượng thiết bị thông minh ngày càng tăng. Điều đó đòi hỏi Wi-Fi thế hệ mới tiếp theo (Wi-Fi 6) ra đời để giải quyết khi nó tìm cách cung cấp quyền truy cập cho nhiều Trạm (STA) hơn [1],[2].

Để đặt tên cho công nghệ mới, tổ chức WFA đã công bố đặt tên cho các thế hệ Wi-Fi theo định dạng “Wi-Fi + số”. Giống như tiêu chuẩn mạng di động 3G, 4G, 5G thì ở định dạng mới, Wi-Fi 5 tương ứng với 802.11ac và Wi-Fi 6 tương ứng với

802.11ax. Vào tháng 9 năm 2019, Wi-Fi 6 đã được công nhận và bắt đầu đưa vào sử dụng trong các thiết bị [2]. Bảng 1 chứa các thông của các chuẩn Wi-Fi cơ bản.

Bảng 1. Các chuẩn Wi-Fi

| IEEE Standard | 802.11b | 802.11a | 802.11g | 802.11n | 802.11ac |
|---------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| Year Adopted | 1999 | 1999 | 2003 | 2009 | 2014 |
| Frequency | 2.4 GHz | 5 GHz | 2.4 GHz | 2.4/5 GHz | 2.4/5 GHz |
| Max Data Rate | 11 Mbps | 54 Mbps | 54 Mbps | 600 Mbps | 1 Gbps |

Về mặt tăng tốc độ lý thuyết, 802.11ax kế thừa công nghệ 8x8 Multiple-Input Multiple-Output (MIMO) của 802.11ac đồng thời cung cấp điều chế 1024-QAM bậc cao hơn và hỗ trợ ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) để cải thiện thông lượng, dựa trên tốc độ lý thuyết của một luồng không gian duy nhất, Wi-Fi 6 có thể đạt được tốc độ lý thuyết 9,6Gbps khi hoạt động ở 160MHz @ 5GHz. 802.11ax sử dụng đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA) để tăng hiệu quả quang phổ. Nhờ những cải tiến được thiết kế để triển khai chuyên sâu hơn mà thông lượng trên mỗi người dùng của 802.11ax trong môi trường đông người sử dụng dự kiến sẽ cao hơn ít nhất 4 lần so với 802.11ac và giảm độ trễ mạng từ 30ms xuống 20ms [2], [3].

2. Các công nghệ chính trong Wi-Fi 6

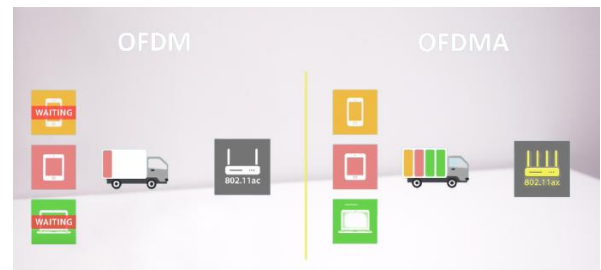
802.11ax cải tiến các công nghệ nhằm tăng hiệu quả quang phổ, tăng thông lượng. Xử lý các dải từ 1GHz đến 6GHz.

2.1 Công nghệ OFDMA

Orthogonal frequency-division multiple access (OFDMA) được định nghĩa là đa truy cập phân chia theo tần số trực giao lần đầu tiên được áp dụng cho các công nghệ truyền thông. OFDMA cho phép Wi-Fi trở nên xác định, vì các thiết bị luôn nhận được sự chú ý nhiều hơn với sự tranh chấp tối thiểu. Điều này giúp ổn định hiệu suất Wi-Fi, đặc biệt là trong môi trường mật độ cao hơn. [4], [5].

Công nghệ OFDMA sẽ chia một kênh Wi-Fi thành các kênh phụ nhỏ hơn được gọi là đơn vị tài nguyên (RU), điều này cho phép một điểm truy cập (AP) có thể giao tiếp với nhiều máy khách bằng cách gán chúng cho các RU cụ thể để đáp ứng nhu cầu sử dụng băng thông khác nhau của từng người dùng, có thể phân bổ toàn bộ kênh cho một máy khách duy nhất hoặc phân chia phụ, tùy thuộc vào lưu lượng truy cập.

Để giải quyết vấn đề nhiều người dùng kết nối mạng cùng lúc và đảm bảo thời gian truyền dữ liệu không bị trễ thì OFDMA sẽ đồng bộ hóa khung thời gian kích hoạt phát sóng của các điểm truy cập. Khi đó, OFDMA sẽ chỉ định các RU cho những người dùng khác nhau để thực hiện truyền tải đồng thời cho nhiều người dùng vì dữ liệu người dùng chỉ được truyền tải trên các RU và không chiếm toàn bộ kênh. Công nghệ này tăng hiệu quả quang phổ và giảm độ trễ, đồng thời hỗ trợ người dùng không đồng nhất, điều này thể hiện rõ trong các trường hợp triển khai Wi-Fi ở những nơi mật độ cao như nhà ga, bến xe, sân vận động, trung tâm thương mại [3]. Hình 1 thể hiện rõ quá trình truyền dữ liệu trong công nghệ OFDMA so với OFDM.



Hình 1. OFDMA và OFDM

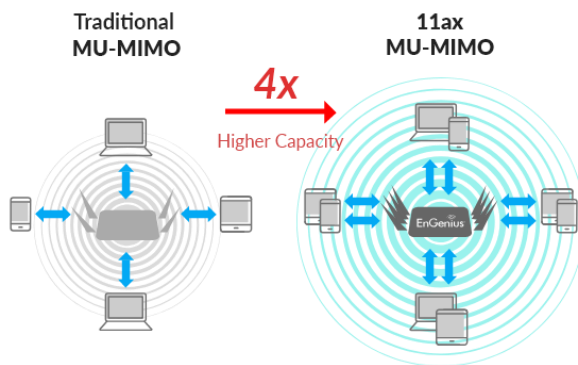
Wi-Fi 6 hỗ trợ OFDMA theo cả hướng đường xuống (downlink) và đường lên (Uplink). Trong OFDMA đường xuống, một điểm truy cập (AP) xác định việc phân bổ các RU dựa trên các gói tin đường xuống và mức độ ưu tiên của người dùng. Trong OFDMA đường lên, một điểm truy cập (AP) quan sát các STA của các tài nguyên có thể được cấp phát thông qua các khung kích hoạt [4]. Giả sử việc truyền tải dữ liệu cũng giống như một xe chở hàng từ điểm A đến điểm B thì theo như Hình 1 thì trong OFDM xe tải chỉ chở 1 hàng hóa cho một chuyến giao hàng, còn

trong OFDMA thì xe tải có thể chờ cùng lúc nhiều hàng hóa đến vị trí mong muốn [6].

2.2 Công nghệ MU-MIMO

MU-MIMO (Multi-User, Multiple Input, Multiple Output) hỗ trợ các môi trường yêu cầu kết nối đồng thời giữa người dùng trong hệ thống mạng. MU-MIMO trong 802.11ax cho phép AP có thể gửi nhiều phản hồi xác nhận (ACK) cùng lúc, điều này giúp tiết kiệm thời gian cho việc truyền tải, cải thiện thông lượng và hiệu quả trong mạng [7].

Với MU-MIMO được sử dụng trong các chuẩn 802.11 trước đó, nhiều người dùng có thể truy cập đồng thời vào bộ định tuyến. Trong trường hợp cần lượng băng thông lớn, công nghệ MIMO được sử dụng để thực hiện ghép kênh không gian, cho phép gửi một số luồng dữ liệu độc lập trên cùng một băng thông để nhân dung lượng hệ thống, tăng hiệu quả truyền tải. Wi-Fi 6 sử dụng 8x8 MU-MIMO, có 8 luồng cho người dùng lựa chọn. Trong khi 802.11ac MU-MIMO chỉ hoạt động với Downlink thì MU-MIMO trong 802.11ax hoạt động với cả Uplink và Downlink. Điều này có nghĩa là cho dù bạn đang phát trực tuyến, tải xuống, học tập trực tuyến hay kết nối các thiết bị IoT thì Wi-Fi 6 có luôn cung cấp đủ băng thông cho mọi người sử dụng [8], [9].

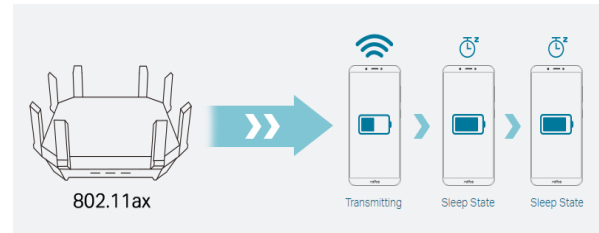


Hình 2. 802.11ax sử dụng MIMO 8 luồng

2.3 TWT

TWT (Target Wake Time) là cơ chế lập lịch thời gian hoạt động cho các thiết bị, giúp cải thiện đáng kể tuổi thọ pin cho cảm biến IoT và các thiết bị khác. Với sự phát triển của IoT, tiêu thụ điện năng cũng quan trọng như hiệu suất mạng. 802.11ax kế thừa một số

cơ chế tiết kiệm năng lượng được xây dựng trong các giao thức 802.11 trước đây.



Hình 3. Mô hình hoạt động của TWT

TWT sẽ hỗ trợ nhiều mạng WLAN trong môi trường triển khai nhiều thiết bị kết nối và cần băng thông lớn đạt được sự đồng nhất về lịch trình, xác định thời điểm cụ thể thiết bị nên ở trạng thái ngủ và thời điểm thiết bị hoạt động để tránh sự chồng chéo. Điều này kéo dài tuổi thọ pin, tiết kiệm năng lượng tốt hơn và giảm tắc nghẽn mạng. Với TWT, AP có nhiều quyền kiểm soát hơn đối với mạng và quyết định đơn vị tài nguyên (RU) nào sẽ được sử dụng và số lượng bao [10].

2.4 1024-QAM

QAM (Quadrature Amplitude Modulation) là một sơ đồ điều chế rất phát triển được sử dụng trong ngành truyền thông, trong đó dữ liệu được truyền qua các tần số vô tuyến. Đối với truyền thông không dây, QAM là tín hiệu trong đó hai sóng mang (hai sóng hình sin) lệch pha nhau 90 độ (lệch pha một phần tư) được điều chế và kết quả đầu ra bao gồm cả biên độ và pha. Những biến thể này tạo cơ sở cho các bit nhị phân được truyền, nguyên tử của thế giới kỹ thuật số, dẫn đến thông tin chúng ta thấy trên thiết bị của mình [11].

Wi-Fi 6 (802.11ax) mới kết hợp một sơ đồ điều chế tùy chọn cực cao (1024-QAM), với mỗi ký hiệu (một điểm trên biểu đồ chòm sao) mã hóa số lượng bit dữ liệu lớn hơn khi sử dụng một chòm sao dày đặc. Trong điều kiện thực tế, 1024-QAM cho phép tăng 25% tốc độ dữ liệu (thông lượng) trong các thiết bị và điểm truy cập. Với thời đại công nghệ số hiện nay, thông lượng không dây cao hơn được hỗ trợ bởi 1024-QAM là rất quan trọng để đảm bảo chất lượng dịch vụ (QoS) ở các địa điểm có mật độ cao như sân vận động, trung tâm hội nghị, trung tâm giao thông và khán phòng.

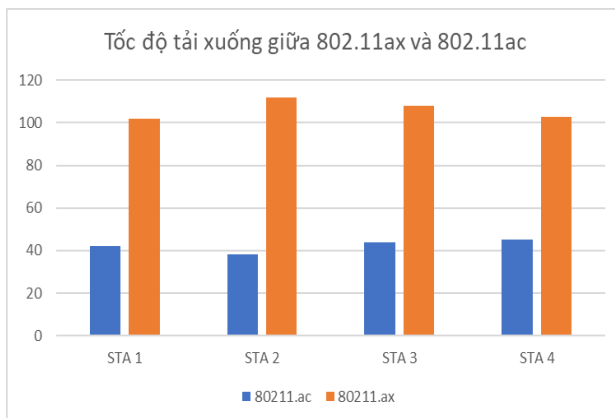
3. So sánh 802.11ax và 802.11ac

Wi-fi 6 đã có những cải tiến về công nghệ so với Wi-fi 5 nhằm đáp ứng nhu cầu sử dụng băng thông và cải thiện hiệu suất hoạt động. Bên cạnh đó, Wi-fi 6 có chuẩn bảo mật WP3 giúp thiết bị kết nối an toàn hơn. Cụ thể như Bảng 2.

Bảng 2. So sánh giữa Wi-fi 6 và Wi-fi 5

| Features | Wi-fi 5 (802.11ac) | Wi-fi 6 (802.11ax) |
|---------------------|--------------------|---------------------|
| Resource Allocation | OFDM | OFDMA |
| Antennas | MU-MIMO 4x4 | MU-MIMO 8x8 |
| Modulation Mode | 256-QAM | 1024-QAM |
| WTW | Not Support | Support |
| Core Technologies | Downlink | Uplink and Downlink |
| Frequency | 5 GHz | 2,4 GHz/5 GHz |
| Max Speed Data | 3,6 Gb/s | 9,6 Gb/s |
| BSS Color | No | Yes |

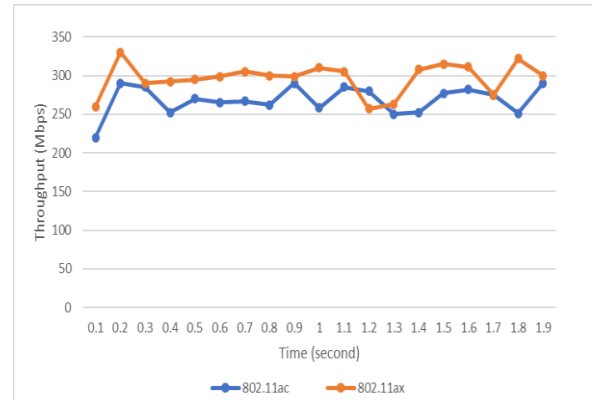
Các thực nghiệm gần đây cho thấy tốc độ truyền tải và tải xuống của chuẩn 802.11ax đạt hiệu suất gấp đôi so với chuẩn 802.11ac trong tình huống cùng một lúc có bốn người dùng. Do đó, 802.11ax cải thiện đáng kể trải nghiệm người dùng trong các kịch bản ứng dụng truyền tệp văn phòng, video 4K, ...



Hình 4. Tốc độ download giữa 802.11ac và 802.11ax

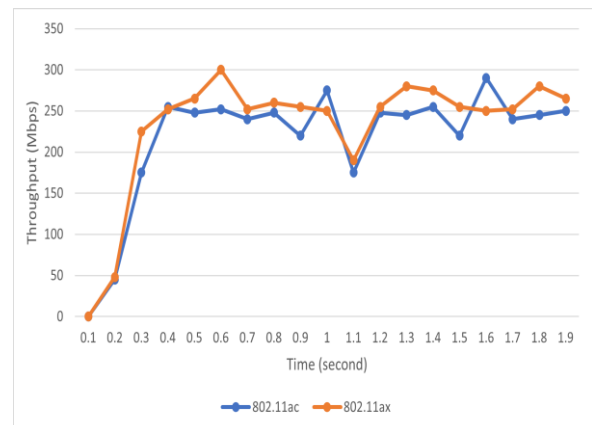
Rochim và các công sự đã thực hiện mô phỏng với các số máy khách khác nhau chẳng hạn như 2, 4, 8, 16, 32, thời gian mô phỏng là 2 giây [12].

Kịch bản 1: Số lượng là 2 và 4 máy khách, kết quả mô phỏng cho thấy thời gian phản hồi nhanh và giá trị thông lượng cao, mặc dù thực tế là IEEE 802.11ax có tốc độ bit cao hơn IEEE 802.11ac. Cả hai giao thức đều cho thấy thông lượng ổn định từ khi bắt đầu mô phỏng ở 0,1 giây cho đến khi kết thúc mô phỏng ở giây thứ 2. Nó được thể hiện trong Hình 5.



Hình 5. Thông lượng 802.11ax với 802.11ac trong trường hợp ít máy khách (2 đến 4)

Kịch bản 2: số máy khách trung bình, tức là 8, 16 và 32 máy khách. Kết quả cho thấy phản hồi thời gian của cả IEEE 802.11ax và IEEE 802.11ac đều có thời gian phản hồi trễ ít và cho thấy giá trị thông lượng tốt bắt đầu từ thời gian 0,3 giây, trong khi tốc độ bit của IEEE 802.11ax lớn hơn IEEE 802.11ac. Nó cho thấy việc triển khai MU-MIMO của 802.11ax hiệu quả hơn 802.11ac mặc dù cả hai giao thức đều cho thấy thông lượng ổn định từ thời gian mô phỏng là 0,3 giây cho đến khi kết thúc mô phỏng là 2 giây, được hiển thị trong Hình 6.



Hình 6. Thông lượng 802.11ax với 802.11ac trong trường hợp số máy khách trung bình (6 đến 32)

4. Kết luận

Trong bài báo này, chúng tôi đã trình bày một đánh giá về công nghệ Wi-Fi thế hệ mới. Chuẩn IEEE 802.11ax đạt được thông lượng và tốc độ truyền dữ liệu cao trong phạm vi Gigabit mỗi giây. OFDMA, 1024-QAM, TWT và các tính năng MAC được cải tiến trong Wi-Fi 6 sẽ mang lại hiệu suất nâng cao cho người dùng. Wi-Fi 6 cũng sẽ mang lại nhiều khả năng hơn để hỗ trợ ngôi nhà thông minh, IoT (Internet of Things) và môi trường với việc triển khai quy mô lớn. Qua kết quả so sánh với 802.11ac (Wi-Fi 5), chúng ta thấy rằng Wi-Fi 6 rất hứa hẹn trong các năm sắp tới.

Tài liệu tham khảo

- [1] Ramia Babiker Mohammed Abdelrahman, Amin Babiker A. Mustafa, Ashraf A. Osman- A "Comparison between IEEE 802.11a, b, g, n and ac Standards", IOSR Journal of Computer Engineering (IOSRJCE), Ver. III, PP 26-29, 2015.
- [2] Krishan, Ram. (2019). Wi-Fi 6 Technology-A Review. 7. 11-13.
- [3] "Wi-Fi 6: High performance, next generation Wi-Fi," White Paper, Wi-Fi Alliance, 2018.
- [4] Ruby Jain , Dr Nidhi Tiwari , Dr Mukesh Yadav, " A Comparison Study of WiFi 6 And WiFi 5", Journal of Critical Reviews. Vol 7, pp. 6118-6124, 2020.
- [5] Kshitij Motke, "Wi-Fi 6 802.11ax". International Journal of Science and Research (IJSR). Vol 8, Issue 10, pp. 248-249, 2019.
- [6] Tarish Ahmed B, M. Soumya Krishnan, Athul K. Anil, " A Predictive Analysis on the Influence of WiFi 6 in Fog Computing with OFDMA and MU-MIMO", IEEE, pp. 716-719, 2020.
- [7] Wi-Fi 6 (802.11ax) Fundamentals: What is MU-MIMO? <https://theruckusroom.ruckuswireless.com/wired-wireless/technologytrends/wi-fi-6-802-11ax-fundamentals-what-is-mu-mimo/>
- [8] Haider Bokhari, Syed Measum. "Introduction and Architecture of Wi-Fi 6 (802.11ax)", 2019.
- [9] Roger Pierre Fabris Hoefel, "IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6): DL and UL MUMIMO Channel Sounding Compression Schemes Impaired with IQ Imbalance and CFO". 2020.
- [10] <https://www.celeno.com/blog/the-low-power-advantage-of-wi-fi-6/6e-twt-explained>
- [11] <https://www.commscope.com/blog/2018/wi-fi-6-fundamentals-what-is-1024-qam/>
- [12] A. F. Rochim, B. Harijadi, Y. P. Purbanugraha, S. Fuad and K. A. Nugroho, "Performance comparison of wireless protocol IEEE 802.11ax vs 802.11ac," 2020 International Conference on Smart Technology and Applications (ICoSTA), 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICoSTA48221.2020.1570609404.