

CẤU TRÚC, ĐẶC ĐIỂM VÀ NHỮNG THUẬN LỢI, THÁCH THỨC TRONG MẠNG DI ĐỘNG 5G

NGUYỄN TIẾN THÀNH

Trung tâm Thông tin và Thống kê KH&CN tỉnh Quảng Bình

Cấu trúc và đặc điểm mạng di động 5G

Mạng di động 5G được phát triển để đáp ứng nhu cầu người dùng ngày càng cao như: tốc độ truyền dữ liệu cao, hiệu suất sử dụng tốt, người dùng nhiều, năng lượng tiêu thụ và chi phí thấp là nền tảng cho cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4. Mạng 5G hoạt động là sự kết hợp giữa tần số thấp và mạng tần số cao.

Cấu trúc của mạng 5G gồm nhiều tầng khác nhau, vì vậy không gian mạng dữ liệu và độ phủ sóng sẽ rộng hơn nhờ các trạm con trung gian ở giữa (femtocells). Với mô hình và cấu trúc đó thì ở các tầng trên sẽ sử dụng dải phổ tần cao hơn, tốc độ truyền tín hiệu mạnh và lớn hơn, càng về gần đến người dùng thì phổ tần sẽ giảm xuống. Với cấu trúc như vậy và sự kết hợp sử dụng nhiều dải tần với nhau trong mạng sẽ đảm bảo được kết nối và đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của người dùng.

Mạng di động 5G được phát triển nhằm tăng cường tốc độ truyền dữ liệu và sử dụng hiệu quả tài nguyên. Do đó, mạng di động 5G được phát triển theo cấu trúc với những tính năng chính sau đây:

- Tốc độ dữ liệu và độ trễ: Mạng di động 5G cho phép truyền dữ liệu với tốc độ cao, lên đến vài Gbp/s và độ trễ chỉ khoảng 2 đến 5 mili giây.

- Thiết bị máy kiểu giao tiếp đa thiết bị: Khác với các mạng di động trước đây, mạng di

động 5G cho phép kết nối nhiều thiết bị cùng lúc và có thể chia sẻ những dữ liệu trùng nhau từ các thiết bị như là điện thoại thông minh, thiết bị gia dụng, tivi, xe ô tô, thiết bị cảm ứng...

- Phổ tần 5G: Sự gia tăng nhu cầu kết nối của các thiết bị đòi hỏi lưu lượng, số lượng phổ tần cho hệ thống 5G cũng tăng lên. Các băng tần cao thuộc bước sóng xăng-ti-mét (cmWave) và milimét (mmWave) là các băng tần tiềm năng vì chúng có khả năng cung cấp kênh có độ rộng lớn, do đó, cung cấp được tốc độ dữ liệu cao. Cho phép truyền tải rộng hơn băng thông thông thường 20MHz của mạng 4G.

- Kết hợp nhiều công nghệ: Mạng 5G không phải là thay đổi công nghệ mới, mà nó hỗ trợ và phát triển thêm nhiều công nghệ mới. Nó kết hợp nhiều hệ thống như GSM, HSPA (Phương thức kết nối gói tốc độ cao), LTE và các hệ thống hỗ trợ truy cập với hiệu suất cao hơn.

- Mạng di động 5G hoạt động gồm nhiều tầng như mô tả trong dưới, gồm các trạm phát sóng gốc/nền (macrocell), các trạm trung gian (femtocells) và các kết nối từ thiết bị đến thiết bị. Việc chia thành nhiều tầng sẽ đảm bảo hiệu suất, công suất mạng sẽ tốt hơn, đồng thời giúp làm giảm độ nhiễu khi truyền dữ liệu.

- Hỗ trợ tối đa khai thác dữ liệu: Trong quá trình khai thác, mỗi thiết bị truy cập có các yêu



Mô hình của mạng 5G đa tầng

cầu khác nhau về tốc độ, độ trễ, nội dung truy cập, tuy nhiên trong mạng 5G, vấn đề này sẽ được giải quyết linh hoạt và thông minh bởi vì các tầng có thể hỗ trợ nhau để chuyển tải đến người dùng cuối nội dung tốt nhất. Dữ liệu có thể là từ macrocell hoặc từ femtocell hoặc từ người dùng cuối.

- Hiệu suất và hiệu quả hơn khi sử dụng tài nguyên: Một trong những thách thức chính của 5G là nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng của các thiết bị kết nối mạng. Làm sao để kéo dài tuổi thọ cũng như thời gian dùng pin, cải thiện hiệu quả năng lượng và khai thác mạng với năng lượng tiêu thụ ít nhất. Ngoài ra, năng lượng có thể được hấp thu từ môi trường xung quanh (sóng, năng lượng vô tuyến) ở khoảng cách nhỏ. Hấp thu năng lượng có thể sử dụng cho các thiết bị hoặc giao tiếp trong một tế bào nhỏ của mạng. Do đó, khả năng sử dụng hiệu quả năng lượng có thể được thực hiện thông qua việc hấp thu năng lượng từ xung quanh, cụ thể là trực tiếp từ các trạm phát sóng gốc/nền (macrocell).

Thuận lợi và thách thức trong mạng di động 5G

Với 5G, chúng ta có thể tải một bộ phim chỉ trong vòng vài giây. Theo lý thuyết, tốc độ trong mạng 5G có thể đạt đến 20Gbps, thậm chí cao hơn, ngay cả ở vùng biên phủ sóng, tốc độ vẫn có thể đạt từ 1 đến vài trăm Mbps.

Ngoài tốc độ và băng thông cao hơn, dự kiến 5G cũng có nhiều tính năng giao tiếp tốt hơn giữa các thiết bị. Ví dụ, một ngôi nhà thông minh trang bị công nghệ 5G có thể giao tiếp với các cảm biến để cập nhật trạng thái tức thời mà không cần đến băng thông cực lớn hoặc để nhận tín hiệu từ khoảng cách xa, điều mà nhà thông minh cần là thời gian đáp ứng phải nhanh. Các thiết bị hỗ trợ 5G có khả năng chọn đúng tần số thích hợp để gửi tín hiệu, dựa trên loại dữ liệu đang được gửi đi.

Mạng 5G được xem là chìa khóa để chúng ta đi vào thế giới mạng lưới vạn vật kết nối Internet (IoT). Hàng tỷ bộ cảm biến sẽ được tích hợp vào các thiết bị gia dụng, hệ thống an ninh, thiết bị theo dõi sức khỏe, khóa cửa, xe

hơi và thiết bị đeo,...

Trong quá trình quản lý và sử dụng sẽ có những thách thức cho mạng 5G do sự tác động của nhiều vấn đề về vật lý cũng như quá trình sử dụng dữ liệu của người dùng. Ví dụ như:

- Sự kết nối dày đặc, số lượng kết nối nhiều của các thiết bị di động.

- Phạm vi truy cập và lưu lượng truy cập khác nhau tại các vị trí khác nhau, điều đó có thể làm mất cân bằng hiệu suất và quyền hạn truy cập của các thiết bị.

- Những giới hạn truy cập riêng hoặc chung ở các tầng khác nhau sẽ tạo ra nhiều mức nhiễu giao thoa khác nhau.

- Vấn đề ưu tiên truy cập các kênh ở các tần số khác nhau và ưu tiên trong các chiến lược phân bổ tài nguyên.

- Sự giao tiếp giữa các D2D có thể ảnh hưởng nhau, làm nhiễu và gián đoạn quá trình truy cập.

Để khắc phục các thách thức đó, mạng 5G phải thiết kế và xây dựng đảm bảo các yếu tố sau:

- Thiết kế tối ưu hóa các hệ thống mạng di động đa tầng: Đồng bộ và tối ưu hóa các mạng di động, thiết kế theo mô hình đa tầng để hỗ trợ lẫn nhau và truyền tải dữ liệu đến người dùng tốt nhất. Tăng cường sử dụng các thiết bị mới, sử dụng năng lượng ít và độ bền cao. Các thiết bị mới phải tối ưu trong mỗi điểm mạng để đảm bảo quá trình khai thác và sử dụng không bị tắc nghẽn, giảm thiểu tiêu thụ năng lượng. Quá trình sử dụng cũng phải tối ưu đảm bảo phân bổ tài nguyên hợp lý để cung cấp cho các thiết bị di động, trong lúc đó có cơ chế kiểm soát các tầng cũng phải đảm bảo tối ưu nhất.

- Thiết kế các phương pháp hiệu quả để hỗ trợ đồng thời nhiều thiết bị kết nối: Mạng 5G đa tầng sẽ tăng thông lượng hệ thống và giảm

tỷ lệ hao hụt, tăng hiệu quả tài nguyên cho những người sử dụng gần nhau. Vì vậy, cần thiết kế các thiết bị mới sử dụng công nghệ hiện đại, đảm bảo tiêu thụ ít năng lượng và cho phép kết nối một lúc nhiều thiết bị với nhau.

- Thiết kế các phương pháp hợp tác hiệu quả trong các tầng: Hợp tác hiệu quả giữa các tầng khác nhau sẽ đảm bảo sự linh hoạt trong quá trình truyền dữ liệu, làm giảm thiểu sự can thiệp nhau trong mạng 5G. Hợp tác giữa các macrocell và các tầng nhỏ dưới femtocells đảm bảo mạng được mềm dẻo và liên thông hơn. Một thiết bị có thể đồng thời tải dữ liệu ở các macrocell và ở các tầng femtocell khác gần đó. Điều này có thể phát triển để giảm thiểu sự can thiệp hoặc sử dụng quá tải trong mạng. Tuy nhiên, cần phải tích hợp chặt chẽ giữa các nút mạng thành một hệ thống sử dụng đáng tin cậy, nhanh chóng và ít độ trễ.

- Quản lý giao thoa trong mạng đa tầng 5G cho các người dùng khác nhau ở các tần số khác nhau trong những khoảng thời gian khác nhau làm sao đảm bảo được sự linh hoạt, không trùng lặp dữ liệu và quá tải tại một điểm nào đó (tại các femtocell hoặc người dùng cuối). Các thiết kế phải vượt qua những hạn chế này để trở thành một mạng tối ưu nhất có thể.

Các thách thức trong việc xây dựng và quản lý trong mạng 5G sẽ được xử lý để có được một mạng rộng lớn, hiệu quả và nhiều tính năng. Đây là mạng gồm nhiều tầng được đặc trưng bởi các macrocell, femtocell và người dùng cuối ưu tiên cho nhiều người sử dụng kết nối hiệu quả theo tầng dọc với khả năng truyền và tải dữ liệu đồng bộ trong cùng một thời gian. Để nhiều địa chỉ cùng kết nối truy cập các tài nguyên khác nhau, thì các tế bào trong mạng cùng nhau hỗ trợ để dữ liệu luôn thông suốt và không bị trễ ■