



ANTEN CHO TRUYỀN THÔNG 5G

**Đỗ Minh Hiệp, Dương Thị Thanh Tú,
Nguyễn Văn Học, Nguyễn Gia Thắng**

Hệ thống thông tin di động 5G hứa hẹn sẽ mang tới những ưu thế vượt trội: tốc độ truyền dữ liệu cực cao, độ trễ vô cùng thấp, năng cao đáng kể dung lượng kênh và có khả năng đáp ứng số lượng thuê bao khổng lồ. Việc sử dụng băng tần milimét trong 5G là điều tất yếu, do những ưu điểm nổi trội của dải tần này. Tuy nhiên để có thể khai thác được sức mạnh của băng tần, anten trong hệ thống thông tin di động 5G phải đối mặt với nhiều thách thức, đặc biệt là anten tại các trạm gốc.

Phát triển loại hình anten ít bị ảnh hưởng từ môi trường ngoài và thu hẹp búp sóng, giúp tập trung năng lượng theo một hướng nhất định, nhờ đó nâng cao hiệu quả sử dụng năng lượng. Số lượng và yêu cầu sử dụng ngày một tăng vọt trong kỉ nguyên bùng nổ của công nghệ vô tuyến, dẫn đến việc phải tăng số lượng anten phát. Do phải dùng nhiều năng lượng hơn cho trạm gốc, trong khi nhiều giữa các kênh truyền gia tăng do thiết kế dày đặc các anten, nghĩa là phải thiết kế một hệ thống trạm gốc với số lượng lớn anten không chỉ kết hợp được kĩ thuật tạo búp mà còn tận dụng được lợi thế của SDMA. Đây là một vấn đề mấu chốt cần giải quyết cho hệ thống

anten trong truyền thông di động 5G.

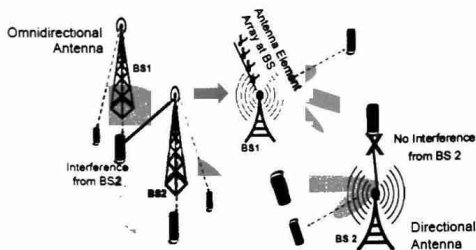
Một số giải pháp trong anten trạm gốc của hệ thống thông tin di động 5G đã được đề xuất. Đó là:

- Anten thông minh tinh chỉnh hướng cao.
- Phân cụm hóa anten.
- Anten ngấm hướng.
- Massive MIMO.

ANTEN THÔNG MINH ĐỊNH HƯỚNG CAO

Anten thông minh trong truyền thông 5G sẽ triển khai kĩ thuật Beamforming để tập trung năng lượng bức xạ thu hẹp tới đa chùm tia bức xạ và lái chúng theo hướng mong muốn. Hơn nữa việc tập trung bức xạ theo một hướng còn có thể giảm thiểu được đáng kể mất mát tại những phương truyền không cần thiết, từ đó làm tăng hiệu suất sử dụng năng lượng.

Hình 1 chỉ ra sự khác biệt khi chuyển đổi từ anten vô hướng truyền thống dùng trong các hệ thống thông tin di động hiện nay sang anten có tính hướng. Rõ ràng, vùng bức xạ sẽ có tính định hướng cao hơn khi sử dụng kỹ thuật beamforming, nâng khả năng



Hình 1: Anten vô hướng truyền thống và anten thông minh định hướng cao.

đáp ứng của hệ thống phát thu nhờ khả năng định hướng bức sóng và điều khiển xoay pha.

Loại hình ảnh trên này làm gia tăng độ phức tạp của hệ thống thiết bị đầu cuối tạo ra một thách thức trong việc thiết kế và thu phát thông tin, nhưng khả năng định hướng vượt trội khiến anten Beamforming có thể tận dụng được những băng tần hẹp và kết cấu đa góc mở. Đối với tài nguyên tần số hữu hạn hiện nay thì đây là một phương pháp hữu hiệu. Triển khai số lượng lớn anten Beamforming và tận dụng được băng tần milimét khiến nó trở thành một công nghệ hứa hẹn mang lại nhiều thành công cho hệ thống thông tin di động 5G.

PHÂN CỤM HÓA ANTEN

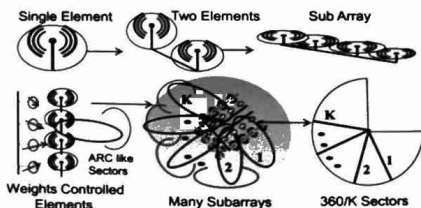
Việc triển khai và quản lý một số lượng lớn các anten sử dụng băng tần mm gặp một thách thức trong việc xác định những kênh thông tin cho tất cả phần tử anten cá nhân có hệ thống MIMO. Vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách kết hợp sử dụng chuyển mạch bức hẹp cho cả máy phát và máy thu. Giải pháp mô hình anten phân cụm được xem là lý tưởng cho các hệ thống này.

Hình 2 chỉ ra rằng, khi các anten tại phía phát được phân chia thành các cụm

hình vòng cung gối chồng lên nhau, sẽ cho độ khuếch đại cao trên một phạm vi giới hạn của góc phương vị. Phạm vi của mỗi nút truyền được chia thành các vùng gối chồng lên nhau. Phạm vi truyền sóng thu hẹp lại tại những hướng cần thiết mang tới hiệu quả rõ ràng so với việc truyền vô hướng, đồng thời yêu cầu phần cứng có cấu tạo đơn giản và nhỏ gọn hơn.

Hơn nữa, các giao thức kết hợp các chùm tia cùng với kỹ thuật đa truy nhập phân chia không gian (SDMA) có thể được sử dụng cùng kỹ thuật FDMA hoặc TDMA để nâng cao năng lực truyền sóng đồng thời tái sử dụng tần số.

Như vậy, các mẫu anten định hướng cao hoàn toàn có thể giúp tăng độ rộng phủ sóng. Tuy nhiên điều này kéo theo một thách thức mới. Khi bức xạ càng xa thì ảnh hưởng của môi trường càng trở nên rõ rệt khiến năng lượng tiêu tốn nhiều lên. Do đó, để làm giảm đi những suy hao không đáng có này thì các anten đòi hỏi phải có những tính năng tự động giảm tác động của môi trường cũng như tiết kiệm năng lượng.



Hình 2: Mô hình anten được phân cụm: Đa anten tại phía phát được phân chia thành các cụm hình vòng cung gối chồng lên nhau

ANTEN TỰ ĐỊNH HƯỚNG

Đối với các kênh vô tuyến ngoài trời, sự chênh lệch thời gian do truyền đa đường và sai khác tần số do hiệu ứng Doppler là một trong những vấn đề lớn cần phải có những biện pháp khắc phục. Để làm được điều này, khái niệm Anten tự định hướng (anten dự đoán góc tới) ra đời nhằm tránh được sự tổn hao đường truyền do trải trễ đa đường của NLOS. Đồng thời cũng có thể áp dụng cho trường hợp xảy ra tắc nghẽn, các thiết bị cần phải chuyển sang con đường thay thế có sẵn.

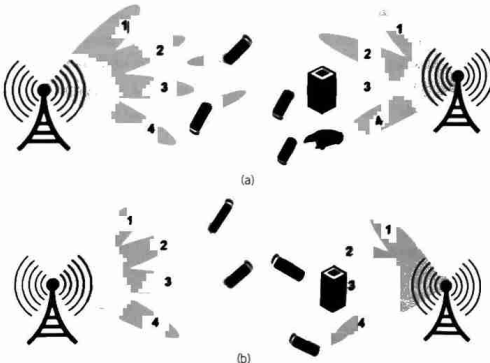
Người ta nhận thấy rằng, Anten mảng thích ứng có búp sóng hẹp tính hướng cao có thể làm giảm sự tác động của NLOS. Hơn nữa, với việc kết hợp với giao thức tự định hướng (Directional self pursuing Protocol – DSP), có thể tạo ra những Anten có khả năng tự định hướng theo yêu cầu và lưu trữ những tuyến đường ngắn nhất, nhằm nâng cao hiệu quả và độ tin cậy của hệ thống thông tin vô tuyến. Đồng thời, giảm thiểu mất mát và hạn chế độ trễ cũng như tiết kiệm năng lượng và duy trì băng thông.

Hình 3 mô tả hệ thống Anten có và không có khả

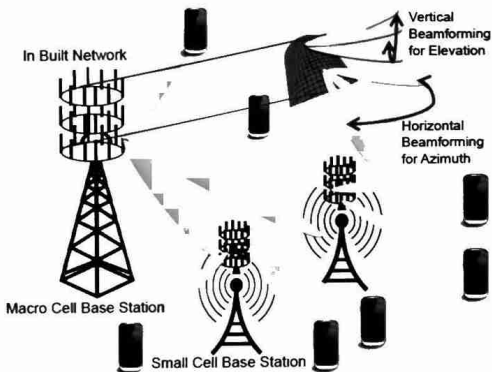
năng dự đoán góc tới. Trong hình 3(a), hệ thống Anten không có dự đoán góc tới nên búp sóng phát và thu lệch hướng nhau dẫn tới không có liên kết. Sự mất liên kết cũng xảy ra cả khi búp sóng phát và thu cùng hướng nhau, nhưng giữa Anten phát và thu có vật cản (NLOS). Để giải quyết thách thức này, Anten với giao thức tự định hướng DSP được đưa ra trong truyền thông 5G như hình 3(b), các chùm hướng của Anten thu, phát được định hướng chính xác với nhau tạo ra một liên kết vô tuyến chất lượng ngay cả khi giữa Anten thu và phát có vật cản (NLOS).

MASSIVE MIMO

Các mẫu Anten thông minh đời mới, mặc dù mang lại nhiều tính năng vượt trội nhưng vẫn khó có thể đương đầu bài toán số lượng người dùng tăng theo cấp số nhân như hiện nay, nếu như vẫn giữ nguyên số lượng Anten ít ỏi tại trạm gốc. Do đó, truyền thông 5G cần một hệ thống trạm gốc với số lượng Anten thông minh cực lớn (Massive MIMO). Điều này có thể thực hiện được do bước sóng mm sử dụng trong



Hình 3: (a) Anten không dự đoán góc tới (b) Anten dự đoán góc tới.



Hình 4: Massive MIMO và định hướng Massive MIMO trong 5G.

5G tạo ra kích thước Anten vô cùng nhỏ cho nên với số lượng Anten cực lớn tại trạm gốc không làm tăng kích thước tổng thể của Anten 5G so với Anten của các hệ thống truyền thông cũ.

Hình 4 minh họa trường hợp BS trong truyền thống 5G sử dụng kỹ thuật Massive MIMO với số lượng dây đặc các Anten. Trong đó, chính mỗi Anten có khả năng lái hướng phát xạ theo phương nằm ngang hoặc thẳng đứng. Việc sử dụng nhiều Anten hơn cung cấp về một hướng để có được tính hướng lớn nhất có thể đồng thời tu trừ tiêu sóng bức xạ tại những hướng không cần thiết là một trong những ưu điểm lớn của 5G. Hơn nữa, thiết kế này còn tận dụng được phương thức truyền tín hiệu phân chia không gian để mở rộng quy mô nhằm nâng cao dung lượng thu phát của trạm gốc.

Tài liệu tham khảo

[1]. MAMTA AGIWAL¹, ABHISHEK ROY² and NAVRATI SAXENA¹, "Next Generation 5G Wireless Networks A Comprehensive Survey", IEEE communication Surveys & Tutorials, 2016.

[2]. KISHOR CHANDRA, "An Architectural Framework for 5G Indoor Communications", 2015 International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), Aug 2015.

[3]. YONG NIU, YONGLI, DE PENG JIN, LI SU, and ATHANASIOS, "A Survey of Millimeter Wave (mmWave) Communication for 5G: Opportunities and Challenges", Wireless Network, Springer Science + Business Media New York, 2015.

[4]. MAHMOUD A. M. ALBREEM, "5G Wireless Communication Systems: Vision and Challenges", Computer, Communications, and Control Technology (I4CT), 2015 International Conference, April 2015.

