

# 6G VÀ XU THẾ TRONG TƯƠNG LAI

PGS.TS Phạm Thanh Giang

Viện Công nghệ Thông tin, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam

Hiện tại, chỉ một số ít người dùng trên thế giới được sử dụng mạng 5G còn phần lớn vẫn đang sử dụng mạng 4G hoặc 3G, tuy nhiên đã khá nhiều nước bắt đầu chuẩn bị cho cuộc đua về công nghệ mạng 6G. Theo chu kỳ, mỗi thế hệ mạng mới thường được triển khai sau mỗi 10 năm, mạng di động thế hệ thứ 6 (6G) được dự đoán sẽ được đưa vào khai thác thương mại từ năm 2030. Vậy công nghệ mạng 6G là gì? Các công nghệ và ứng dụng tiềm năng cùng với các thách thức của nó ra sao?

## Xu thế kết nối di động

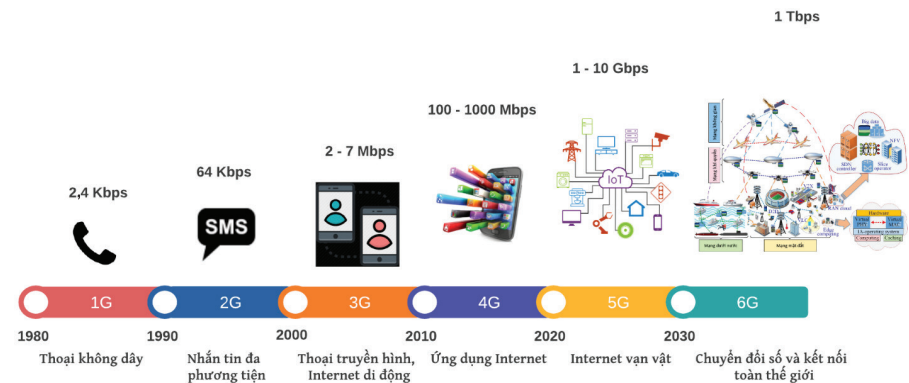
Hệ thống mạng không dây nói chung và mạng di động nói riêng có sự phát triển đặc biệt nhanh, mang tính cách mạng trong vài thập kỷ gần đây. 5 thế hệ mạng di động đã được đề xuất và triển khai mang lại nhiều thông tin, tiện ích cho người dân ở khắp nơi trên thế giới.

### Công nghệ mạng 1G: thoại không dây

Mạng di động thế hệ đầu tiên (1G) được bắt đầu vào năm 1980. Công nghệ mạng 1G chỉ hỗ trợ dịch vụ thoại. Thế hệ mạng đầu tiên khi được triển khai vẫn còn rất nhiều khuyết điểm như chất lượng thoại thấp, thường xuyên bị ngắt cuộc gọi, dung lượng pin kém và không hỗ trợ bảo mật. Tốc độ lý thuyết của mạng 1G là 2,4 Kbps.

### Công nghệ mạng 2G: nhắn tin đa phương tiện

Mạng 2G được thử nghiệm đầu tiên tại Phần Lan năm 1991, đây là một cải tiến lớn so với thế hệ 1G khi chuyển đổi từ truyền thông tương tự sang truyền thông số. Mạng 2G không chỉ cung cấp dịch vụ thoại mà còn bắt đầu hỗ trợ dịch vụ dữ liệu như nhắn tin SMS, nhắn tin đa phương tiện MMS. Tốc độ mạng 2G ban đầu đạt khoảng 50 Kbps. Sau một vài cải tiến với các công nghệ



Hình 1. Lịch sử phát triển của mạng di động.

như GPRS, EDGE, tốc độ mạng 2G có thể đạt tới 1,3 Mbps.

Tuy hiện nay mạng 2G đã được thay thế bởi các công nghệ mới, nhưng vẫn được sử dụng như một kênh dự phòng ở khắp nơi trên thế giới.

### Công nghệ mạng 3G: thoại truyền hình, internet di động

Mạng 3G được giới thiệu năm 1998, mở đầu cho mạng di động băng thông rộng với tốc độ truyền dữ liệu cao hơn. Nhờ cải tiến về mặt tốc độ, các điện thoại di động có thể sử dụng được các dịch vụ như điện thoại truyền hình, truy cập internet. Tốc độ mạng 3G đạt 2 Mbps khi không di chuyển và 384 Kbps khi di chuyển trên phương tiện. Sau một vài cải tiến với các công nghệ như

HSPA, HSPA+, tốc độ mạng 3G có thể đạt tới 7,2 Mbps.

### Công nghệ mạng 4G: ứng dụng internet

Mạng 4G được giới thiệu vào năm 2008, không chỉ hỗ trợ kết nối internet như mạng 3G mà còn cung cấp các dịch vụ như game online, truyền hình HD, hội nghị truyền hình và các dịch vụ yêu cầu tốc độ cao khác. Tốc độ lý thuyết của mạng 4G đạt tới 1 Gbps và 100 Mbps khi di động.

### Công nghệ mạng 5G: internet vạn vật

Mạng 5G hiện đang được thử nghiệm giới hạn ở một số nơi trên thế giới. Mạng 5G hứa hẹn rất nhiều cải tiến như tốc độ nhanh hơn, mật

độ kết nối cao hơn, độ trễ thấp hơn, tiết kiệm năng lượng. Tốc độ lý thuyết của mạng 5G đạt tới 20 Gbps.

Như vậy với chu kỳ 10 năm cho các thế hệ mạng di động, các thế hệ mới ra đời cung cấp nhiều tính năng hơn, với chất lượng tốt hơn. Trong vòng 10 năm trở lại đây, khi mà số lượng các thiết bị di động tăng rất nhanh, đồng thời khối lượng dữ liệu truyền thông trên mạng di động cũng tăng ở mức độ đột biến. Bảng 1 dự đoán việc tăng trưởng theo hàm mũ của truyền thông di động với số lượng thiết bị sẽ đạt 17,1 tỷ vào năm 2030; lượng dữ liệu trên các thiết bị di động tăng 670 lần trong năm 2030 so với lượng dữ liệu năm 2010, đạt khoảng 5.016 EB (Exabyte)/tháng (1 EB = 10<sup>18</sup> bytes).

**Bảng 1. Xu hướng kết nối di động [1].**

Lĩnh vực	2010	2020	2030 (dự đoán)	Đơn vị
Số lượng thiết bị	5,32	10,7	17,1	Tỷ
Khối lượng dữ liệu	7,462	62	5.016	EB/tháng
Dữ liệu trung bình trên thuê bao	1,35	10,3	257,1	GB/tháng

Tuy hiện nay phần lớn các thiết bị di động chưa sử dụng hết băng thông của mạng 4G và mạng 5G vẫn sẽ còn nhiều trì hoãn trước khi có thể triển khai trên toàn thế giới. Nhưng với các dự đoán tăng trưởng của truyền thông di động thì cũng không phải quá sớm khi các nước trên thế giới, các tập đoàn đa quốc gia đang chuẩn bị cho cuộc đua 6G.

**Mạng 6G**

**Sứ mệnh**

Trong khi tốc độ mạng 5G đạt tới 20 Gbps, thì mạng 6G hướng tới tốc độ Tera-bit (Tbps) nhanh hơn cỡ vài trăm đến vài nghìn lần mạng 5G. Tuy nhiên, mục tiêu của mạng 6G không phải chỉ ở tốc độ, mà còn nhằm giải quyết các vấn đề còn tồn tại của mạng 5G và hướng tới giải quyết các yêu cầu của tương lai.

Mục tiêu của mạng 5G là gắn kết tất cả các lĩnh vực kinh tế - xã hội, nhằm xây dựng hệ sinh thái thông tin mà trung tâm là người dùng. Nhưng do hạn chế về công nghệ, mạng 5G vẫn còn nhiều giới hạn về truyền thông như độ cao, độ sâu, độ rộng. Mặc dù được coi là mạng của Internet vạn vật (IoT), nhưng mạng 5G vẫn còn khoảng cách khá xa để đạt được tính phổ quát khắp nơi (ubiquitous). Về không gian truyền thông, mạng 5G hạn chế truyền thông trong độ cao cỡ vài nghìn mét so với mặt đất và ở độ sâu dưới mặt đất, mặt biển.

Mục tiêu của mạng 6G là giải quyết các hạn chế của mạng 5G, hướng tới khả năng kết nối không gian - khí quyển - mặt đất - dưới biển. Bốn định hướng chính về kết nối đang được nghiên cứu là:

kết nối thông minh (Intelligent Connectivity), kết nối sâu (Deep Connectivity), kết nối không đồng nhất (Holographic Connectivity) và kết nối khắp nơi (Ubiquitous Connectivity). Hiện đang có khá nhiều công nghệ tiềm năng, kể cả các công nghệ của tương lai được xem xét đưa vào mạng 6G như truyền thông không dây quang, truyền thông lượng tử, thiết bị bay không người lái, vệ tinh tầng thấp... các công nghệ như trí tuệ nhân tạo (AI), phân tích dữ liệu lớn cũng được đưa vào hỗ trợ mạng 6G nhằm đảm bảo các mục tiêu về chất lượng mạng (QoS).

Mạng 6G hứa hẹn sẽ số hoá và kết nối toàn thế giới. Những nước đã sẵn sàng cuộc đua về nghiên cứu triển khai công nghệ mạng 6G [2]

gồm có:

- Phần Lan: được thực hiện bởi Đại học Oulu, các thử nghiệm mạng 6G bắt đầu được thực hiện từ năm 2018.

- Hoa Kỳ: Ủy ban truyền thông liên bang (Federal Communications Commission FCC) cung cấp giấy phép cho các thử nghiệm dải tần từ 95 GHz tới 3 THz. Hội Kỹ sư điện và điện tử (IEEE) và Liên minh Viễn thông quốc tế (ITU) thực hiện các nghiên cứu định hướng cho công nghệ mạng tương lai.

- Châu Âu (EU): Dự án EU's Terranova project hướng tới kết nối trên mạng 6G với tốc độ 400 Gbps ở dải tần terahertz.

- Hàn Quốc: Tập đoàn LG và Viện Nghiên cứu KAIST hợp tác xây dựng trung tâm nghiên cứu về công nghệ mạng 6G. Tập đoàn Samsung và SK Telecom cùng hợp tác để phát triển công nghệ và mô hình kinh doanh trên mạng 6G.

- Trung Quốc: Bộ KH&CN lên kế hoạch với hai nhóm phát triển mạng 6G: nhóm thứ nhất thuộc Chính phủ Trung Quốc nhằm xây dựng các chính sách thúc đẩy việc nghiên cứu và phát triển mạng 6G; nhóm thứ hai là tập hợp của 37 trường đại học, viện nghiên cứu và công ty tập trung phát triển mảng kỹ thuật của mạng 6G.

- Nhật Bản: Chính phủ Nhật Bản đã sẵn sàng 2 tỷ USD hỗ trợ cho doanh nghiệp trong nghiên cứu công nghệ mạng 6G. Tập đoàn NTT và Intel đã ký thỏa thuận hợp tác cùng phát triển mạng 6G.

**Các ứng dụng tiềm năng**

Trí tuệ nhân tạo (AI) sẽ được tích hợp vào hệ thống mạng 6G [3]. Tất cả các thành phần mạng như các thiết bị vật lý, xử lý tín hiệu, quản lý tài nguyên, dịch vụ kết nối sẽ được hợp nhất và quản lý sử dụng AI.

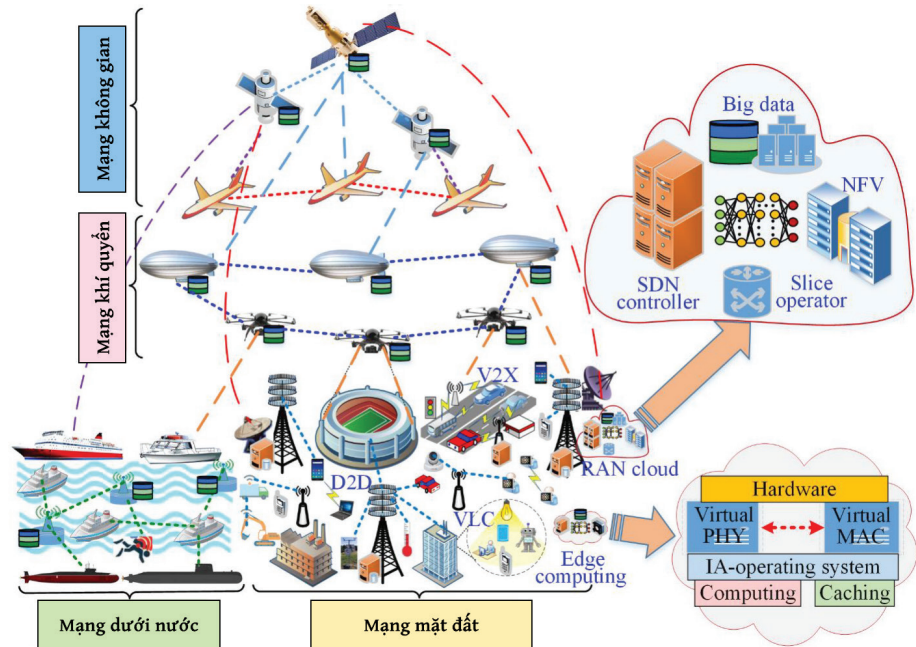
Nhờ đó, các vấn đề như chuyển đổi số, công nghiệp 4.0 sẽ được thúc đẩy phát triển. Một số viễn cảnh của các ứng dụng tiềm năng của mạng 6G bao gồm:

**Xã hội siêu thông minh (Super-Smart Society):** nhà thông minh sẽ được triển khai rộng rãi khi các thiết bị thông minh đều có khả năng kết nối và điều khiển từ xa. Giao thông thông minh với hệ thống điều khiển, xe tự hành, taxi bay có thể được triển khai dựa trên công nghệ mạng 6G. Thành phố thông minh được xây dựng dựa trên các hệ thống giám sát môi trường, hệ thống điều khiển tối ưu năng lượng nhằm nâng cao mức sống của người dân.

**Internet của mọi thứ (Internet of Everything - IoE):** mạng 6G ngoài việc đảm bảo kết nối với số lượng lớn các thiết bị như máy tính, sensor, và mọi loại thiết bị vật lý, còn đảm bảo tích hợp 4 thành phần quan trọng là dữ liệu, con người, quy trình và thiết bị vật lý thành một thể thống nhất. IoE sẽ là thành phần quan trọng để xây dựng xã hội thông minh bao gồm ô tô thông minh, công nghiệp thông minh, sức khỏe thông minh.

**Thực tại ảo mở rộng (Extended Reality - XR):** XR là bước tiếp theo của thực tại ảo (VR), thực tại ảo tăng cường (AR) và thực tại ảo hỗn hợp (MR). Ngoài việc các đối tượng được mô phỏng 3D và điều khiển AI, trải nghiệm người dùng sẽ được hỗ trợ bởi cả 5 giác quan nghe, nhìn, khứu giác, vị giác, xúc giác thông qua các sensor. Với băng thông tốc độ và ổn định cao, độ trễ thấp, mạng 6G sẽ đảm bảo chất lượng của trải nghiệm người dùng.

**Giao diện bộ não và máy tính (The Brain-Computer Interface - BCI):** nhằm mục tiêu điều khiển thiết bị, đặc biệt là các thiết bị trong nhà hoặc trong hệ thống y tế. BCI sẽ thu nhận các tín hiệu từ bộ não và chuyển đến các thiết bị số, phân



Hình 2. Mô hình kiến trúc mạng 6G [3].

tích và diễn dịch tín hiệu thành các lệnh điều khiển thiết bị. Các đặc tính của truyền thông không dây của mạng 6G cho phép thiết lập hệ thống BCI trong cuộc sống hàng ngày.

**Các công nghệ xây dựng mạng 6G**

Mạng 6G sẽ có thay đổi đột phá về mặt kiến trúc với thành phần như sau:

**Tích hợp mạng vệ tinh:** cho phép mạng 6G khả năng di động toàn cầu. Việc tích hợp mạng mặt đất, mạng vệ tinh, vệ tinh quỹ đạo tầm thấp, máy bay, thiết bị bay không

người lái trở thành hệ thống mạng di động duy nhất là một đặc tính nổi trội của mạng 6G. Việc tích hợp các thiết bị truyền thông ở các tầng không gian khác nhau sẽ xây dựng thành mạng siêu kết nối 3D khắp nơi, bao gồm vũ trụ - không gian - mặt đất - dưới biển.

**Kết nối thông minh:** là một tiêu chuẩn mới của mạng 6G so với các mạng di động thế hệ trước. Mạng 6G sẽ chuyển đổi và nâng cấp kết nối thông thường thành kết nối thông minh. Công nghệ AI sẽ được thâm nhập, trải khắp trong quá trình truyền thông, điều khiển và quản lý các tầng mạng.

Bảng 2. So sánh công nghệ mạng 6G với mạng 4G và 5G.

	4G	5G	6G
Tốc độ lý thuyết	1 Gbps	10 Gbps	1 Tbps
Độ trễ đầu cuối	100 ms	10 ms	1 ms
Kết nối di động	Đến 350 km/h	Đến 500 km/h	Đến 1000 km/h
Tích hợp mạng vệ tinh	Không	Không	Đầy đủ
Tích hợp AI	Không	Một phần	Đầy đủ
Xe tự hành	Không	Một phần	Đầy đủ
XR	Không	Một phần	Đầy đủ

*Tích hợp truyền thông tin và năng lượng:* mạng 6G không chỉ cho phép truyền thông tin mà còn truyền năng lượng không dây nhằm sạc các thiết bị, như điện thoại di động, các sensor. Các công nghệ truyền năng lượng không dây (Wireless Power Transfer - WPT) sẽ được tích hợp vào hệ thống.

### **Các thách thức của mạng 6G**

Mạng 6G với mục tiêu đem lại băng thông tốc độ cao, độ phủ khắp nơi và thông minh hơn. Có rất nhiều bài toán kỹ thuật cần quan tâm nghiên cứu, tuy nhiên đồng hành với giải quyết các bài toán kỹ thuật, các vấn đề xã hội, chính sách liên quan cũng cần được nghiên cứu và giải quyết thấu đáo.

*Suy hao tần số cao:* băng thông của mạng có thể được tăng bằng cách tăng tần số và độ rộng giải phổ, tuy nhiên tần số vô tuyến (RF) đã được khai thác gần hết và không đủ đáp ứng yêu cầu về băng thông của mạng 6G. Giải tần THz là một giải pháp về băng thông của mạng 6G. Dải tần THz có thể hiểu là khoảng giữa của sóng điện từ microway và sóng ánh sáng hồng ngoại.

Tần số THz có khả năng cung cấp băng thông lớn, nhưng cũng bị suy hao lớn trong khí quyển. Do vậy cần có sự nghiên cứu để đảm bảo việc truyền thông dải tần THz ở khoảng cách xa. Chúng ta cần các công nghệ và thiết kế cho các thiết bị truyền và nhận tín hiệu tần số THz. Vấn đề này có thể dẫn đến hệ thống mạng 6G yêu cầu mật độ trạm dày đặc hơn, tiêu tốn nhiều năng lượng hơn. Các nhà hoạch định chính sách cần phải suy nghĩ vấn đề cấp phép sử dụng tần số THz. An toàn đối với sức khỏe cũng là vấn đề cần nghiên cứu trong việc truyền thông băng thông THz.

*Ảnh hưởng tới sức khỏe:* các tính toán chỉ ra rằng, bức xạ THz

là không kích thích vì năng lượng photon không quá lớn, chỉ cỡ khoảng 0.1-12.4 meV [4], năng lượng này chỉ bằng 1/3 mức cường độ năng lượng photon có thể gây ion hóa. Tuy nhiên, các tổ chức có trách nhiệm trong việc đưa ra các tiêu chuẩn nhằm bảo vệ con người khỏi các mối nguy hiểm ẩn của sóng điện từ đến sức khỏe, đặc biệt là đối với mắt và các mô da, cần có các nghiên cứu thử nghiệm để đánh giá.

Mục tiêu truyền năng lượng trong mạng 6G cũng là một vấn đề cần nghiên cứu để giảm thiểu các tác động tới sức khỏe của con người.

*Bảo mật thông tin cá nhân:* mạng 6G trở nên thông minh hơn, khả năng kết nối rộng rãi hơn nhưng mặt trái sẽ ảnh hưởng đến quyền riêng tư của người sử dụng. Các thuật toán AI cần tương tác với dữ liệu cá nhân nhằm cải tiến chức năng của mạng, thay đổi cấu hình mạng để có thể mang lại chất lượng dịch vụ hoàn hảo cho người dùng, tuy nhiên việc này sẽ làm ảnh hưởng đến việc bảo mật thông tin cá nhân của người dùng. Một giải pháp cho vấn đề này là phát triển hệ thống trung gian có nhiệm vụ chuyển giao dữ liệu người dùng và các thuật toán AI. Hệ thống trung gian có thể được phát triển bởi bên thứ ba tin cậy, độc lập và hoạt động phân tán. Các dữ liệu của người dùng sẽ được ẩn danh trước khi chuyển sang hệ thống tối ưu và điều khiển mạng.

### **Kết luận**

Công nghệ mạng 6G là một cuộc cách mạng lớn so với các thế hệ mạng trước đó, có thể biến các mạng di động ở các quốc gia trở thành một mạng di động duy nhất trên toàn thế giới, như cách chúng ta đã từng biến các mạng di động của các tỉnh, thành phố trở thành một mạng di động của quốc gia.

Trong việc triển khai các thế hệ mạng di động, Việt Nam thường đi sau thế giới từ 7-10 năm đối với các mạng di động 2G, 3G, 4G. Đối với mạng 5G, chúng ta đã thực hiện các thử nghiệm từ năm 2019, kỳ vọng đưa Việt Nam vào nhóm các nước đầu tiên trên thế giới triển khai mạng 5G, sau các nước như: Hàn Quốc, Mỹ, Nhật Bản, Australia. Tuy nhiên, chúng ta vẫn còn khoảng cách khá xa so với thế giới về năng lực nghiên cứu và triển khai trong lĩnh vực viễn thông. Nên nhớ rằng, thời gian từ việc triển khai thử nghiệm đến khai thác thương mại thường kéo dài trung bình đến 5 năm đối với các mạng di động thế hệ trước.

Đối với mạng 6G, các nước hiện nay đều có cơ hội như nhau về mặt thời gian để có thể dẫn đầu về nghiên cứu, triển khai mạng 6G, nhưng không phải nước nào cũng đủ năng lực về khoa học và công nghệ cũng như tài chính để tham gia cuộc đua ngay từ thời điểm này. Khi mạng 6G được triển khai ở phạm vi toàn thế giới, có thể làm cho các ISP quốc gia tại nhiều nước trên thế giới trở thành đại lý cho các ISP toàn cầu.

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] ITU-RM.2370-0 (2015), *IMT traffic estimates for the years 2020 to 2030*.
- [2] S. Dang, O. Amin, B. Shihada, et al. (2020), "What should 6G be?", *Nat. Electron.*, **3**, pp.20-29.
- [3] K.B. Letaief, W. Chen, Y. Shi, J. Zhang and Y.A. Zhang (2019), "The Roadmap to 6G: AI Empowered Wireless Networks", *IEEE Communications Magazine*, **57(8)**, pp.84-90.
- [4] T. Kleine-Ostmann (2018), *Health and safety related aspects regarding the operation of THz emitters*, Towards Terahertz Communications Workshop, European Commission: Brussels, Belgium.