

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



**ISO 9001:2015**

**5G – TỔNG QUAN VỀ CÁC TIÊU CHUẨN, THÍ  
NGHIỆM, THÁCH THỨC, PHÁT TRIỂN VÀ  
THỰC HIỆN**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY  
NGÀNH ĐIỆN TỬ TRUYỀN THÔNG**

**HẢI PHÒNG - 2019**

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**



**ISO 9001:2015**

**5G – TỔNG QUAN VỀ CÁC TIÊU CHUẨN, THÍ  
NGHIỆM, THÁCH THỨC, PHÁT TRIỂN VÀ  
THỰC HIỆN**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY  
NGÀNH ĐIỆN TỬ TRUYỀN THÔNG**

Sinh viên: Hồ Hải Hoàng  
Người hướng dẫn: TS. Mai Văn Lập

**HẢI PHÒNG - 2019**

Cộng hoà xã hội chủ nghĩa Việt Nam  
**Độc lập – Tự Do – Hạnh Phúc**  
-----o0o-----  
BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG

## **NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP**

Sinh viên : Hồ Hải Hoàng – MSV : 1412103011  
Lớp : ĐT1801 - Ngành Điện Tử Truyền Thông  
Tên đề tài : 5G – Tổng quan về các tiêu chuẩn, thí nghiệm, thách thức, phát triển và thực hiện.

## NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp..... :

## CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên : Mai Văn Lập  
Học hàm, học vị : Tiến sĩ  
Cơ quan công tác : Trường Đại học dân lập Hải Phòng  
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên :  
Học hàm, học vị :  
Cơ quan công tác :  
Nội dung hướng dẫn :

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày 15 tháng 10 năm 2018.  
Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày 07 tháng 01 năm 2019.

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N  
Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ Đ.T.T.N  
Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N

Hồ Hải Hoàng

TS. Mai Văn Lập

Hải Phòng, ngày.....tháng.....năm 2019

HIỆU TRƯỞNG

GS.TS.NGƯT TRẦN HỮU NGHỊ

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**  
**Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**

**PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP**

Họ và tên giảng viên: .....

Đơn vị công tác: .....

Họ và tên sinh viên: ..... Chuyên ngành: .....

Nội dung hướng dẫn: .....

.....

**1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**2. Đánh giá chất lượng của đề án/khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T. T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp**

Được bảo vệ  Không được bảo vệ  Điểm hướng dẫn

*Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm .....*

**Giảng viên hướng dẫn**

*(Ký và ghi rõ họ tên)*

**CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**  
**Độc lập - Tự do - Hạnh phúc**

**PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN**

Họ và tên giảng viên: .....

Đơn vị công tác: .....

Họ và tên sinh viên: ..... Chuyên ngành: .....

Đề tài tốt nghiệp: .....

.....

.....

**1. Phần nhận xét của giáo viên chấm phản biện**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**2. Những mặt còn hạn chế**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**3. Ý kiến của giảng viên chấm phản biện**

Được bảo vệ  Không được bảo vệ  Điểm hướng dẫn

*Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm .....*

**Giảng viên chấm phản biện**

*(Ký và ghi rõ họ tên)*

## LỜI CẢM ƠN

Khi em nghiên cứu đề tài, trong quá trình thực hiện đề án này ngoài sự nỗ lực, cố gắng của bản thân thì em đã nhận được sự hướng dẫn, giúp đỡ, động viên không nhỏ từ phía thầy giáo, cô giáo và bạn bè. Em xin gửi lời cảm ơn trân thành đến:

Thầy giáo TS. Mai Văn Lập đã trực tiếp giúp em định hướng đề tài đề án cũng như tận tình hướng dẫn, giải đáp những thắc mắc. Thầy cũng chia sẻ những kiến thức chuyên môn sâu và những kinh nghiệm quý báu giúp em hoàn thành đề án này.

Đồng thời em xin cảm ơn đến các thầy giáo, cô giáo trong bộ môn và các bạn trong lớp ĐT1801 đã nhiệt tình chia sẻ, giúp đỡ và động viên trong suốt quá trình làm đề án.

Cho dù em đã rất cố gắng, nỗ lực trong quá trình thực hiện nhưng đề án này có nhiều kiến thức mới. Cho nên sẽ không thể tránh khỏi những thiếu sót và những câu văn dịch từ tiếng anh không được rõ nghĩa lắm. Em rất mong nhận được sự góp ý, chỉ bảo tận tình của quý thầy giáo, cô giáo và các bạn đồng môn.

*Hải Phòng, tháng 1 năm 2019*

Sinh viên thực hiện

**Hồ Hải Hoàng**



## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

TỪ VIẾT TẮT	ENGLISH	TIẾNG VIỆT
3GPP	3 <sup>rd</sup> Generation Partnership Project	Dự án đối tác thế hệ thứ 3
AMPS	Advanced Mobile Phone System	Dịch vụ điện thoại di động cao cấp
API	Application Programming Interface	Giao diện lập trình ứng dụng
AR	Augmented Reality	Thực tế tăng cường
BI	Business Intelligence	Kinh doanh thông minh
BS	Base Station	Trạm gốc
BTS	Base Transceiver Station	Trạm thu phát gốc
CDMA	Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã
CDN	<i>Content Distribution Network</i>	Mạng phân phối nội dung
CQI	Channel Quality Indicator	Chỉ số chất lượng kênh
C-RAN	Cloud Radio Access Network	Mạng truy nhập vô tuyến đám mây
CSI	Channel State Information	Thông tin trạng thái kênh
D2D	Device to Device Communication	Truyền thông thiết bị - thiết bị
DoS	Denial of Service	Từ chối dịch vụ
DU	Digital Unit	Đơn vị số
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution	Cải tiến tốc độ dữ liệu cho sự phát triển GSM
EE	Energy Efficiency	Hiệu suất năng lượng
eMBB	Enhanced Mobile Broadband	Băng rộng di động nâng cao
FBMC	Filter Bank Multi-Carrier	Đa sóng mang lọc băng tần
FDD	Frequency Division Duplex	Ghép song công phân chia theo tần số
FDMA	Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số
GPRS	General Packet Radio Service	Dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp
GPS	Global Positioning System	Hệ thống định vị toàn cầu
GPU	Graphics Processing Unit	Bộ xử lý đồ họa

GSM	Global System for Mobile Communication	Hệ thống thông tin di động toàn cầu
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	Truy nhập gói đường xuống tốc độ cao
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access	Truy nhập gói đường lên tốc độ cao
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Viện kỹ nghệ điện và điện tử
IMT	International Mobile Telecommunications	Viễn thông di động quốc tế
ITM	Intelligent Traffic Management	Quản lý lưu lượng thông minh
IoT	Internet of Things	Mọi vật kết nối internet
IP	Internet Protocol	Giao thức internet
IS	Interim Standard	Tiêu chuẩn tạm thời
ISDN	Integrated Services Digital Network	Mạng số tích hợp đa dịch vụ
ITU	International Telecommunication Union	Liên minh viễn thông quốc tế
LTE	Long Term Evolution	Phát triển dài hạn
MAC	Medium Access Control	Lớp điều khiển truy cập môi trường
METIS	Mobile and wireless communications Enablers for Twenty-twenty (2020) Information Society	Thông tin di động và truyền thông không dây ứng dụng vào năm 2020
MIMO	Multi-input Multi-output	Đa đầu vào – đa đầu ra
MMS	Multimedia Messaging Service	Dịch vụ tin nhắn đa phương tiện
MMT	MPEG Media Transport	Công nghệ xử lý hình ảnh kỹ thuật số
mMTC	Massive Machine Type Communications	Truyền thông máy số lượng lớn
MN	Moving Network	Mạng di chuyển
MRN	Moving Relay Node	Điểm chuyển tiếp di động
MS	Mobile Station	Trạm di động
MVC	Multi-view Video Encoding	Mã hóa đa video
NFV	Network Functions Virtualization	Ảo hóa mạng
NI	Network Intelligence	Mạng thông minh
NOMA	Non-Orthogonal Multiple Access	Đa truy nhập không trực giao

OAM	Operation and Management	Tổ chức và quản lý
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao
PHY	Physical Layer	Lớp vật lý
POTN	Packet Optical Transport Network	Mạng truyền tải quang packet
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Điều chế biên độ cầu phương
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
RAN	<i>Radio Access Network</i>	Mạng truy nhập vô tuyến
RAT	Radio Access Technology	Công nghệ truy cập vô tuyến
SDMA	Space Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo không gian
SDN	Software Defined Networks	Công nghệ mạng được xác định bởi phần mềm
SE	Spectral Efficiency	Hiệu quả quang phổ
SIC	Self – Interference Cancellation	Kỹ thuật tự hủy nhiễu
SIM	Subscriber Identification Module	Mô-đun nhận thực thuê bao
SINR	Signal to Interference plus Noise Ratio	Tín hiệu nhiễu cộng với tạp âm
SMS	Short Message Service	Dịch vụ tin nhắn ngắn
SON	Self - Organizing Network	Mạng tự tổ chức
TACS	Total Access Communications System	Hệ thống thông tin truy nhập toàn bộ
TCP	Transmission Control Protocol	Giao thức điều khiển truyền vận
TDD	Time Division Duplex	Ghép song công phân chia theo thời gian
TDMA	Time Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo thời gian
uCTN	Unified Converged Transport Network	Mạng vận tải hội tụ hợp nhất
UE	User Equipment	Thiết bị người sử dụng
UMB	Ultra Mobile Broadband	Siêu băng thông rộng di động
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Hệ thống viễn thông di động toàn cầu
URLLC	Ultra-Reliable and Low-Latency Communications	Truyền thông thời gian trễ thấp và tin cậy cực cao

UX	User Experience	<b>Trải nghiệm người dùng</b>
VR	Virtual Reality	Thực tế ảo
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã băng rộng
WiMax	Worldwide Interoperability for Microwave Access	Tương tác toàn cầu bằng truy nhập viba

# CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG

## 1. Giới thiệu chung

### 1.1. Lịch sử ra đời và phát triển

Ở cuối thế kỷ thứ 19 Marconi đã chỉ ra rằng thông tin vô tuyến có thể liên lạc trên cự ly xa, máy phát và máy thu có khả năng liên lạc di động với nhau. Nhưng thời đó người ta liên lạc chủ yếu bằng điện báo Morse.

Trong những năm 1895, hệ thống thông tin liên lạc không dây là một trong những hệ thống phát triển nhanh nhất của các thông tin liên lạc thời xưa. Nó sử dụng các dịch vụ băng thông rộng của di động.

Các khái niệm về hệ thống di động được phát triển bởi các nhà nghiên cứu tại Phòng thí nghiệm AT & T Bell để giải quyết các vấn đề công suất các hệ thống thông tin di động đầu. Trái ngược với các thông tin di động: Đầu tiên hệ thống, mà chỉ có một trạm trung tâm (BS) bao phủ toàn bộ vùng phủ sóng khu vực, hệ thống tế bào phân chia vùng phủ sóng vào các tế bào không chồng chéo nhau và hoạt động với BS riêng của mình. Bằng cách khai thác một thực tế rằng sức mạnh của một tín hiệu truyền với khoảng cách, cùng một tần số tương tự có thể được tái sử dụng trong tiểu tế bào mà không cần giới thiệu nhiễu liên cell nặng như một hệ quả, khả năng làm tăng đáng kể việc sử dụng gói của phổ tần số.

Đến năm 1928 sở cảnh sát Bayone – Mỹ đã bắt đầu triển khai mạng vô tuyến truyền thanh đầu tiên. Do là mạng vô tuyến truyền thanh đầu tiên nên các máy di động tốn nguồn và khá cồng kềnh được đặt trên ô tô để liên lạc về 1 trạm gốc BS ở trung tâm. Chất lượng liên lạc lại cực kỳ kém do đặc điểm địa hình truyền sóng di động rất phức tạp mà các máy chỉ gồm 10 đèn điện tử thực hiện các chức năng tối thiểu.

Hệ thống điện thoại cố định phát triển nhanh và hình thành mạng PSTN (Public Switching Telephone Network) song suốt thời gian dài vô tuyến di động không phát triển do hạn chế về công nghệ. Mạng PSTN bao gồm đường dây điện thoại, cáp quang, truyền dẫn vi ba liên kết, các mạng di động, vệ tinh thông tin liên lạc, và dây cáp điện thoại dưới đáy biển, tất cả các kết nối với nhau bởi các trung tâm chuyển mạch, do đó cho phép hầu hết các máy điện thoại để liên lạc với nhau. Ban đầu là một mạng lưới các đường dây cố định tương tự hệ thống thoại. Mạng PSTN hiện nay gần như hoàn toàn kỹ thuật số trong của mạng lõi và bao gồm điện thoại di động và các mạng khác, cũng như điện thoại cố định.

Trong năm 1947 Bell Labs đã cho ra ý tưởng về mạng điện thoại di động tế bào: Các máy đi động được tự do và chuyển vùng từ vùng tế bào này sang vùng tế bào khác. Các tế bào được thiết kế nhằm phủ kín vùng phủ sóng (là vùng địa lý được cung cấp dịch vụ di động), kết nối thành mạng thông qua chuyển mạch tổng đài đi động và được bố trí tại trung tâm vùng. Những người sử dụng di động có thể di chuyển được trong vùng phủ sóng của các trạm gốc (Base station).

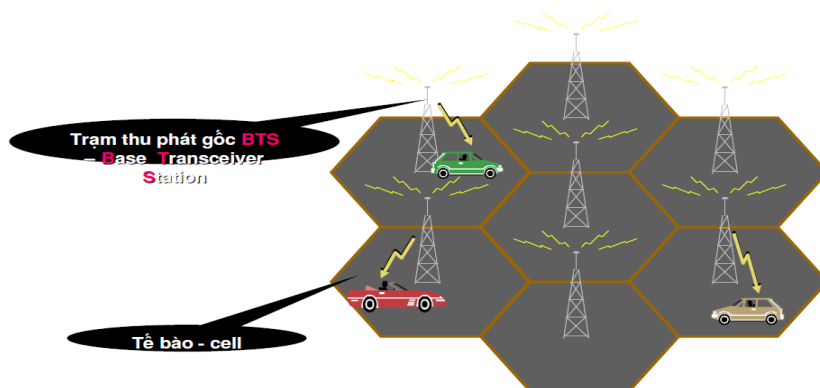
Nhưng ý tưởng của Bell Labs đã không được sử dụng do hạn chế về mặt công nghệ.

Năm 1979 thì mạng di động tế bào đầu tiên đã được đưa vào sử dụng ở Mỹ và phát triển rất nhanh do doanh thu lớn và tính thuận tiện trong việc sử dụng. Mạng đi động tế bào được ra đời nhờ các tiến bộ kỹ thuật về:

- Có các hệ thống chuyển mạch tự động với tốc độ chuyển mạch lớn, dung lượng cao.
- Sử dụng kỹ thuật vi mạch: VLSI ra đời (Very Large Scale Integrated Circuit) nó có thể tích hợp các linh kiện từ hàng trăm ngàn đến  $10^6$  transistor trong 1 máy điện thoại di động. Do vậy có thể giải quyết được những khó khăn trong việc truyền sóng di động.

Hệ thống thông tin di động tế bào số hay còn được gọi là hệ thống thông tin di động (Mobile Systems) là hệ thống thông tin liên lạc được truy cập với nhiều điểm khác nhau (access point or base stations) trên một vùng tế bào hay còn gọi là các Cell.

Cell (tế bào hay ô): là đơn vị cơ sở của mạng mà tại đó trạm MS (trạm di động) tiến hành việc trao đổi các thông tin với mạng thông qua trạm thu phát gốc BTS (Base Transceiver Stations)



*Hình 1.1: Cấu trúc mạng tế bào*

## 1.2. Phân loại hệ thống thông tin di động

### 1.2.1. Phân loại theo đặc tính tín hiệu.

- Analog: Thế hệ 1, thoại điều tần analog, các tín hiệu điều khiển đã được số hóa toàn bộ.

- Digital: Thế hệ 2, và cao hơn, thoại, điều khiển điều số hóa. Ngoài dịch vụ thoại nó còn có khả năng phục vụ các dịch vụ khác như truyền số liệu ...

### **1.2.2. Phân loại theo cấu trúc hệ thống**

- Các mạng vô tuyến tế bào: Cung cấp các dịch vụ trên diện rộng với khả năng lưu động (roaming) toàn cầu (liên mạng).

- Vô tuyến viễn thông không dây (CT: Cordless Telecome) cung cấp dịch vụ trên diện hẹp, các giải pháp kỹ thuật đơn giản, không có khả năng roaming.

- Vành vô tuyến địa phương (WLL: Wireless Local Loop): Cung cấp dịch vụ điện thoại vô tuyến với chất lượng như điện thoại cố định cho một vành đai quanh một trạm gốc, không có khả năng roaming. Mục đích nhằm cung cấp dịch vụ điện thoại cho các vùng mật độ dân cư thấp, mạng lưới điện thoại cố định chưa phát triển.

### **1.2.3. Phân loại theo phương thức đa truy nhập vô tuyến**

#### **a. Đa truy nhập phân chia theo tần số FDMA**

Mỗi thuê bao truy nhập mạng bằng 1 tần số, băng tần chung  $W$  được chia thành  $N$  kênh vô tuyến. Mỗi một thuê bao truy nhập và liên lạc trên kênh liên lạc trên kênh con trong suốt thời gian liên lạc.

+Ưu điểm: yêu cầu về đồng bộ không quá cao, thiết bị đơn giản.

+Nhược điểm:

- Thiết bị trạm gốc cồng kềnh do có bao nhiêu kênh (tần số sóng mang kênh con) thì tại trạm gốc phải có bấy nhiêu máy thu phát.

- Cần phải đảm bảo các khoảng cách bảo vệ giữa từng kênh bị sóng mang chiếm nhằm mục đích phòng ngừa sự không hoàn thiện của các bộ lọc và các bộ dao động. Các máy thu đường lên hoặc đường xuống chọn sóng mang cần thiết và theo tần số phù hợp.

Như vậy để đảm bảo FDMA tốt thì tần số phải được phân chia và quy hoạch thống nhất trên toàn thế giới.

#### **b. Đa truy nhập phân chia theo thời gian TDMA**

Các phổ mà quy định cho liên lạc thông tin di động được chia ra thành các dải tần liên lạc, mỗi dải tần liên lạc này sẽ dùng chung cho  $N$  kênh liên lạc. Trong mỗi kênh liên lạc là một khe thời gian trong chu kỳ một khung. Các thuê bao dùng chung một tần số song luân phiên nhau về thời gian, mỗi thuê bao được chỉ định cho một khe thời gian trong cấu trúc khung.

+Ưu điểm:

-Trạm gốc đơn giản do với một tần số chỉ cần một máy thu phát phục vụ được nhiều người truy nhập và được phân biệt nhau về thời gian.

- Các tín hiệu của thuê bao được truyền dẫn số

-Giảm nhiễu giao thoa

+Nhược điểm:

-Yêu cầu về đồng bộ ngặt nghèo.

- Loại máy điện thoại di động mà dùng kỹ thuật số TDMA phức tạp hơn loại máy điện thoại di động dùng kỹ thuật FDMA. Hệ thống xử lý số đối với tín hiệu trong MS tương tự có khả năng xử lý không quá 106 lệnh trong một giây, còn trong MS số TDMA phải có khả năng xử lý hơn  $50 \times 106/s$

### **c. Đa truy nhập phân chia theo mã CDMA**

Các thuê bao dùng chung một tần số trên suốt thời gian liên lạc. CDMA phân biệt nhau nhờ kỹ thuật mã trải phổ khác nhau, nhờ đó hầu như không gây nhiễu lẫn nhau. Những thiết bị mà người sử dụng được phân biệt với nhau nhờ dùng một mã đặc trưng, riêng biệt không trùng với ai.

+Ưu điểm:

-Hiệu quả sử dụng phổ cao, có khả năng chuyển vùng miền và đơn giản trong kế hoạch phân bổ tần số.

- Khả năng chống nhiễu và bảo mật cao, thiết bị trạm gốc đơn giản (1 máy thu phát).

- Dải tần tín hiệu hoạt động rộng hàng MHz.

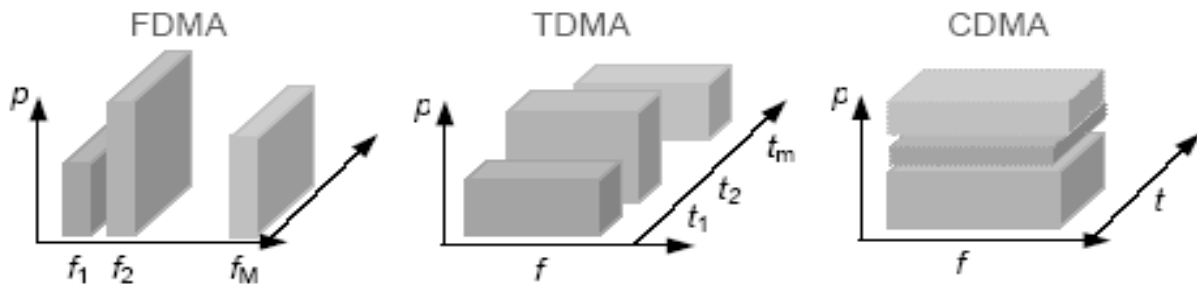
- Những kỹ thuật trải phổ trong hệ thống truy nhập này cho phép tín hiệu vô tuyến sử dụng có cường độ trường hiệu quả hơn FDMA, TDMA

+Nhược điểm:

- Yêu cầu về đồng bộ và điều khiển công suất rất ngặt nghèo, chênh lệch công suất thu tại trạm gốc từ các máy di động trong một tế bào phải nhỏ hơn hoặc bằng 1dB, trái lại thì số kênh phục vụ được.

-Kỹ thuật trải phổ phức tạp.





**Hình 1.2:** Các công nghệ đa truy nhập

**1.2.4. Phân loại theo phương thức song song**

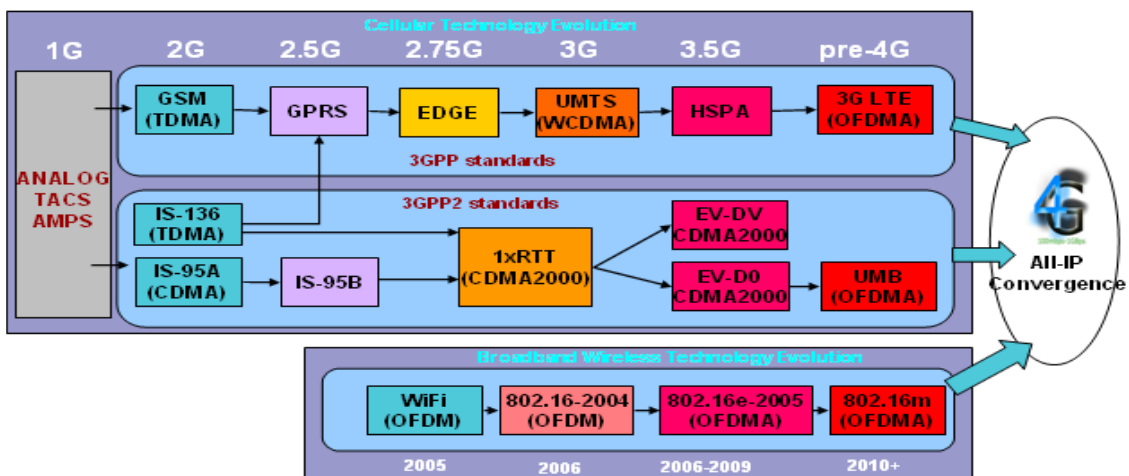
+ FDD (Frequency Division Duplex: Song công phân chia theo tần số). Nó được thu phát đồng thời ở 2 tần số khác nhau, phát 1 tần số và thu 1 tần số. Băng tần công tác gồm 2 dải tần dành cho đường lên up-link từ MS tới BS và đường xuống down-link từ BS tới MS. Đường lên luôn là dải tần thấp và MS có công suất nhỏ hơn, thường di động và có khả năng bị che khuất. Khi đó với giải pháp tần thấp hơn (bước sóng lớn hơn) thì khả năng bị che khuất giảm.

+ TDD (Time Division Duplex: Song công phân chia theo thời gian). Một tần số chia 8 khe thời gian. Khung thời gian công tác được chia đôi, 1 nửa cho đường lên, 1 nửa cho đường xuống.

**2. Một số thế hệ mạng di động**

Các thế hệ di động khác nhau đều có bốn khía cạnh chính là:

- Truy cập vô tuyến
- Tốc độ dữ liệu
- Băng thông
- Cấu hình chuyển mạch



**Hình 1.3:** Lộ trình phát triển của hệ thống thông tin di động tế bào.

Thế hệ ra đời đầu tiên vào thập niên 80 là mạng thông tin thế hệ 1G, mạng này dùng tín hiệu tương tự (analog), băng thông khác nhau từ 10 đến 30 Khz tùy thuộc vào loại hệ thống và dịch vụ, dịch vụ chủ yếu là thoại. Tuy mạng này chứa đựng nhiều khuyết điểm về kỹ thuật nhưng nó đã đánh dấu sự đổi mới và là một bước ngoặt quan trọng trong lịch sử truyền thông. Chính vì thế, để chứng kiến sự chuyển biến, thay đổi của mạng thông tin di động trên khắp thế giới thì vào đầu những năm 90 người ta người ta cho ra đời thế hệ thứ hai là mạng 2G với băng thông số 200 MHz. Mạng 2G được phân ra làm 2 loại: dựa trên nền tảng đa truy nhập phân chia theo thời gian TDMA và dựa trên nền tảng đa truy nhập phân chia theo mã CDMA. Để đánh dấu điểm mốc thời điểm bắt đầu của mạng 2G là sự ra đời của công nghệ D-AMPS (hay IS-136) trên nền tảng TDMA được áp dụng ở Mỹ. Sau đó là mạng CdmaOne (hay IS-95) trên nền tảng CDMA được áp dụng phổ biến ở châu Mỹ và một phần châu Á. Tiếp theo là công nghệ mạng GSM dựa trên nền tảng TDMA được ra đời đầu tiên tại châu Âu và sau đó triển khai trên toàn thế giới. Mạng 2G đã đem lại nhiều lợi ích cho người sử dụng, tiêu biểu như khả năng di động, chất lượng thoại và hình ảnh đen trắng. Tiếp nối mạng 2G là mạng thông tin di động thế hệ di động thứ ba là mạng 3G. Sự cải tiến nổi bật nhất của mạng 3G trong dịch vụ so với thế hệ 2G là khả năng đáp ứng truyền thông với chuyển mạch gói tốc độ cao với băng thông rộng 5 MHz giúp cho việc triển khai các dịch vụ truyền thông đa phương tiện với hình ảnh động. Mạng 3G với mô hình mạng UMTS dựa trên nền kỹ thuật công nghệ WCDMA và mạng CDMA2000 trên nền CDMA.

Theo nguyên lý dung lượng kênh truyền Shannon:

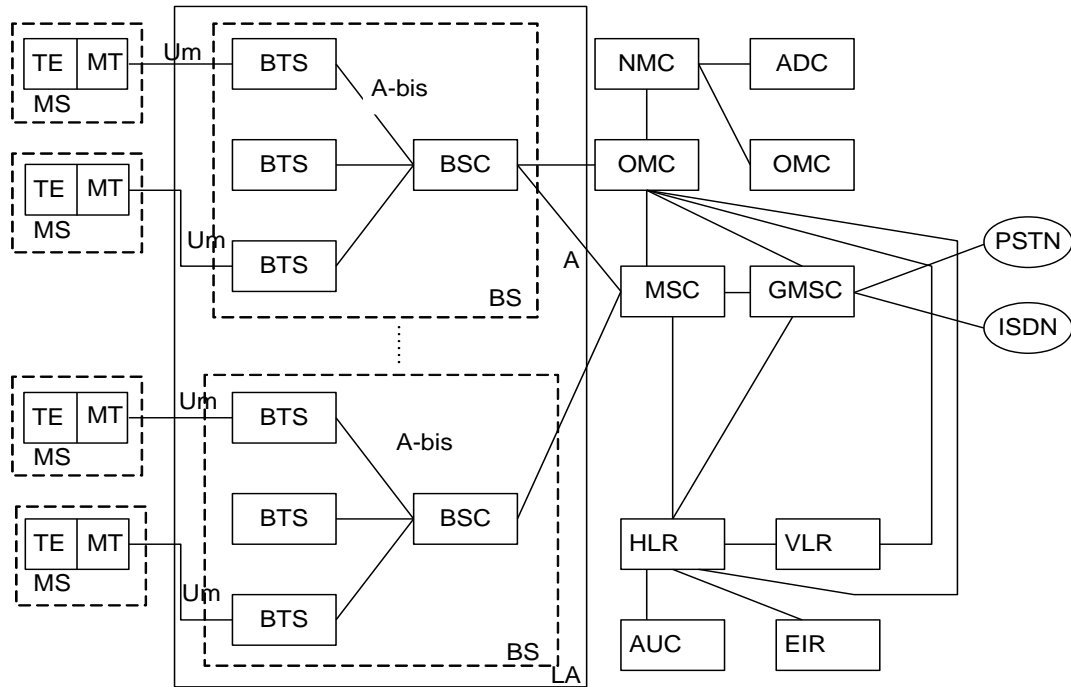
$$C=B.\log_2(1+S/N)$$

Trong đó:

- C là dung lượng kênh (bit/s)
- B là băng thông của hệ thống thông tin (Hz)
- S/N là tỉ số công suất tín hiệu trên công suất tạp âm

Theo chuẩn của ITU thì tỉ số S/N tầm 12 dB

## 2.1. Hệ thống thông tin di động thế hệ 1G (First Generation)



**Hình 1.4:** Cấu trúc mạng cơ bản của hệ thống GSM

Trong đó:

- MS : Mobile Station (Trạm di động)
- MT : Mobile Termination (Đầu cuối di động).
- TE : Terminal Equipment (Thiết bị đầu cuối).
- Um : Giao diện vô tuyến giữa trạm cố định và trạm di động.
- BS : Base Station (Trạm gốc cố định).
- BSS : Base Station System (Hệ thống trạm gốc).
- BTS : Base Transceiver Station (Trạm thu phát gốc).
- BSC : Base Station Controller (Đài điều khiển trạm gốc).
- MSC : Mobile Switching Centre (Trung tâm chuyển mạch di động).
- NMC : Network Management Centre (Trung tâm quản lý mạng).
- OMC : Operation Maintenance Centre (Trung tâm khai thác và bảo trì).
- ADC : Administration Centre (Trung tâm quản trị điều phối).
- AUC : Authentication Centre (Trung tâm nhận thực thuê bao).
- EIR : Equipment Identity Register (Bộ ghi nhận thiết bị).
- HLR : Home Location Register (Bộ ghi định vị thường trú).
- VLR : Visitor Location Register (Bộ ghi định vị tạm trú).

GMSC: Gateway MSC (Tổng đài công)

PSTN: Public Switched Telephone Network (Mạng điện thoại chuyển mạch công cộng)

ISDN : Intergrated Service Digital Network (Mạng tích hợp số đa dịch vụ)

LA : Location Area (Vùng định vị)

### **Chức năng các trạm:**

*Trạm di động (Mobile Station):* là thiết bị mà một thuê bao sử dụng để truy nhập các dịch vụ của hệ thống. MS có chức năng tạo kênh vật lý giữa BS và MS như quản lý kênh, thu phát vô tuyến, mã hóa và giải mã kênh, mã hóa và giải mã tiếng nói ... Nó gồm thiết bị đầu cuối TE và một đầu cuối di động MT.

*Trạm gốc cố định (Base Station):* có chức năng quản lý kênh vô tuyến bao gồm đặt kênh, giám sát chất lượng đường thông tin, phát các tin quảng bá và thông tin báo hiệu liên quan, cũng như điều khiển các mức công suất và điều khiển nhảy tần. Trạm BS còn có các chức năng khác như là mã hoá giải mã và sửa lỗi, mã chuyển tiếng nói số hoặc phối hợp tốc độ số liệu, khởi đầu chuyển điều khiển HO trong nội bộ tế bào về kênh tốt hơn cũng như mã tín hiệu báo hiệu và số liệu.

*Hệ thống trạm gốc (BSS- Base Station Systems):* hệ thống này bao gồm:

- Trạm thu phát gốc (BTS – Base Tranceiver Station) là một máy thu phát vô tuyến được sử dụng để phủ sóng cho một tế bào
- Đài điều khiển trạm gốc (BSC – Base Station Controler) có nhiệm vụ thực hiện mọi chức năng kiểm soát trong BS như điều khiển HO, điều khiển công suất

Hai trạm này kết nối với nhau bằng giao diện A-bis.

*Tổng đài thông tin di động (MSC – Mobile Switching Centre):* MSC được kết nối tuyến với BS thông qua giao diện A. Các chức năng của MSC bao gồm : điều khiển cuộc gọi, lập tuyến cuộc gọi, các thủ tục cần thiết để làm việc với các mạng khác (như PSTN, ISDN), các thủ tục liên quan tới quản lý quá trình di động của các trạm di động như nhắn tin để thiết lập cuộc gọi, báo mới vị trí trong quá trình di động và nhận thực nhằm chống các cuộc truy nhập trái phép, cũng như các thủ tục cần thiết để tiến hành chuyển điều khiển.

*Trung tâm nhận thực (AUC – Authentication Centre):* trung tâm này là một đơn vị cơ sở dữ liệu trong mạng, cung cấp các tham số mã mật và nhận thực cần thiết để giúp cho đảm

bảo tính riêng tư (mật) của từng cuộc gọi và nhận thực quyền truy nhập của thuê bao đang tiến hành truy nhập mạng.

*Bộ ghi định vị thường trú (HLR – Home Location Register):* là một đơn vị cơ sở dữ liệu có chức năng dùng để quản lý các thuê bao di động

*Bộ ghi số nhận diện thiết bị (EIR – Equipment Identity Register):* Bộ ghi số nhận diện thiết bị nối tới MSC bằng một tuyến báo hiệu, cũng là một cơ sở dữ liệu chứa thông tin liên quan đến thiết bị (con số nhận diện phần cứng của thiết bị di động) cho phép MSC nhận biết được MS hỏng, bị lấy cắp hay đang gọi trộm.

*Bộ ghi định vị tạm trú (VLR – Visitor Location Register):* là một khối có chức năng theo dõi mọi MS hiện có trong vùng MSC của nó hay không, kể cả MS đang hoạt động ở ngoài vùng HLR. VLR vì vậy là một cơ sở dữ liệu chứa thông tin của mọi MS hợp lệ hiện đang có trong vùng của nó. Mỗi MSC có một VLR duy nhất. Vùng mà MSC/VLR quản lý gọi là vùng phục vụ MSC/VLR.

Thế hệ di động 1G là thế hệ di động không dây cơ bản đầu tiên trên thế giới được thiết kế vào năm 1970 và cho ra mắt năm 1984. Nó dựa trên công nghệ vô tuyến tương tự, dịch vụ đơn thuần là thoại. Nó sử dụng phương thức đa truy nhập FDMA. Các hệ thống giao tiếp thông tin được kết nối bằng tín hiệu analog, sử dụng các anten thu phát sóng gắn ngoài. Nó kết nối các tín hiệu analog này tới các trạm thu phát sóng và nhận tín hiệu xử lý thoại thông qua các module gắn trong các máy di động, tích hợp cả 2 module thu tín hiệu và phát tín hiệu. Do vậy mà các thế hệ máy di động đầu tiên trên thế giới có kích thước khá to, cồng kềnh, chất lượng thấp và bảo mật kém.



**Hình 1.5:** Điện thoại thế hệ 1G

Ở thế hệ mạng di động thông tin đầu tiên, có tần số chỉ 150MHz nhưng nó cũng được phân ra khá nhiều chẵn kết nối và được chia theo từng phân vùng riêng trên thế giới như:

+ NMT (Nordic Mobile Telephone) là một hệ thống tương tự cho truyền thông di động chuẩn dành cho Nga và các nước Bắc Âu (như Na Uy, Phần Lan, Iceland, Đan Mạch, Thụy Điển)

+AMPS (Advanced Mobile Phone System) là một hệ thống tương tự của điện thoại di động tiêu chuẩn được phát triển bởi phòng thí nghiệm Bell. Đã được chính thức giới thiệu vào châu Mỹ năm 1983.

+TACS (Total Access Communications System: hệ thống tổng truy nhập thông tin) là các hệ thống lỗi thời của AMPS, sử dụng tại Anh.

## **2.2. Hệ thống thông tin di động thế hệ 2G (Second Generation)**

Thế hệ di động 2G được áp dụng bằng tín hiệu kỹ thuật số digital thay cho tín hiệu tương tự analog của thế hệ 1G. Hay nói cách khác nó là thế hệ có kết nối thông tin di động mang tính đột phá có sự cải cách, đổi mới hoàn toàn, khác hẳn so với thế hệ đầu tiên. Kể từ khi được thay đổi mô hình từ công nghệ tương tự analog sang công nghệ kỹ thuật số digital, mạng 2G đem lại cho người sử dụng di động có được 3 lợi ích tiến bộ trong suốt một thời gian dài như là:

- + Các dữ liệu được mã hóa theo dạng kỹ thuật số, chất lượng thoại tốt hơn, dung lượng tăng.
- + Có phạm vi kết nối rộng hơn thế hệ 1G.
- + Có sự xuất hiện của tin nhắn dưới dạng văn bản-SMS.

Khi tín hiệu thoại được thu nhận nó sẽ mã hóa thành tín hiệu kỹ thuật số dưới dạng nhiều mã hiệu (codecs). Nó còn cho phép nhiều gói mã thoại được lưu chuyển trên cùng một băng thông, cho nên nó còn tiết kiệm được thời gian và chi phí.

Các tiêu chuẩn 2G liên tục được cải thiện, cùng có nhiều dạng kết nối mạng tùy theo yêu cầu sử dụng từng thiết bị cũng như hạ tầng từng phân vùng quốc gia:

+ GSM (Global System for Mobile Communication) sử dụng phương thức truy nhập TDMA và song công FDD. Đầu tiên được áp dụng tại Châu Âu, sau đó trở thành chuẩn chung ở 6 Châu lục và nó vẫn còn đang được sử dụng với hơn 80% nhà cung cấp mạng thông tin di động toàn cầu. GSM là công nghệ truyền thông có được tốc độ nhanh nhất từ trước đến nay

+ IS-95 hay còn gọi là CDMA One, dựa trên nền tảng kỹ thuật đa truy nhập CDMA đã được sử dụng phổ biến tại Mỹ và một số nước Châu Á như Hàn Quốc và chiếm gần 17% các mạng toàn cầu.

+ PDC (Personal Digital Cellular) dựa trên nền tảng TDMA tại Nhật Bản.

+ IS-136 hay còn được gọi là D-AMPS (Digital-AMPS) dựa trên nền tảng TDMA song công TDD. Nó là chuẩn kết nối phổ biến và được sử dụng nhiều nhất tính đến thời điểm này, được sử dụng hầu hết ở Hoa Kỳ cũng như các nước trên thế giới.

### **2.3. Hệ thống thông tin di động thế hệ 3G (Third Generation)**

Thế hệ 3G là thế hệ mạng truyền thông di động thứ ba, nó ra đời sau nên thế hệ này cải tiến rõ nét so với các thế hệ trước đó. Nó giúp cho người sử dụng điện thoại di động truyền tải cả thông tin dữ liệu thoại, thông tin đa phương tiện như tin nhắn nhanh, âm thanh, hình ảnh, hình ảnh động... và cả thông tin dữ liệu ngoài thoại như tải dữ liệu gửi email, video clips, ... Đặc biệt với người dùng di động thế hệ 3G, mạng 3G cung cấp dịch vụ truyền tải dữ liệu như xem ti vi trực tuyến, online, chat, ... Thế hệ 3G cũng cung cấp cả hai hệ thống chuyển mạch đó là chuyển mạch gói và chuyển mạch kênh. Mạng 3G cho phép truyền tải tốc độ dữ liệu cao, tăng hiệu quả sử dụng phổ tần và nhiều cải tiến khác. Nó chủ yếu sử dụng phương thức đa truy nhập CDMA.

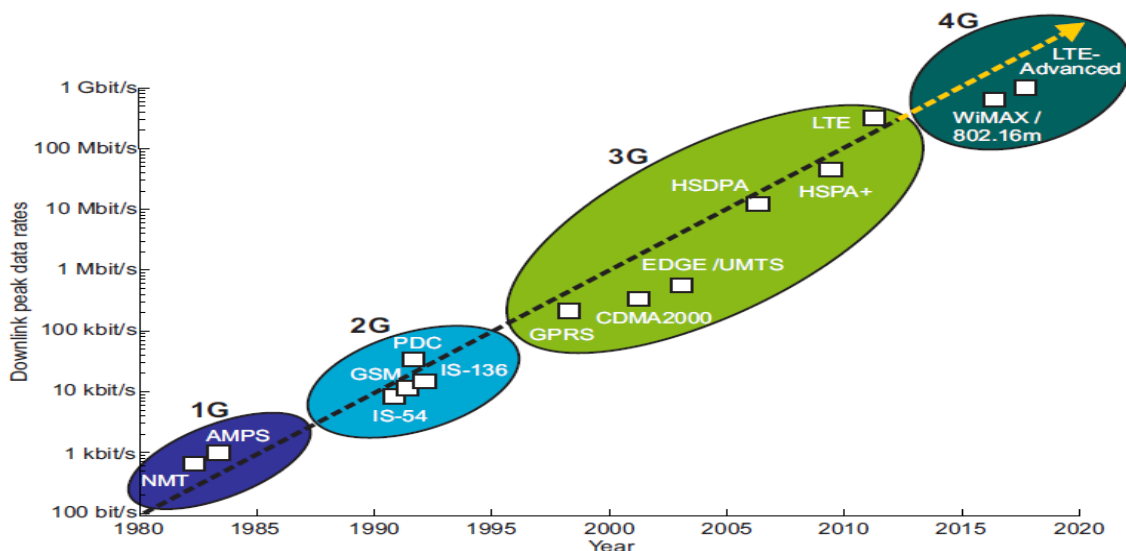
Vì nó ra đời sau thế hệ 1G và 2G nên công nghệ mạng 3G cũng được xem như là một chuẩn IMT – 2000 của Tổ chức Viễn thông Thế giới (ITU). Lúc đầu 3G được dự kiến là một chuẩn thống nhất trên toàn thế giới, nhưng trên thực tế thế giới 3G đã bị chia thành 4 phần riêng biệt:

+ UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) đôi khi còn được gọi là 3GSM, dựa trên công nghệ truy nhập vô tuyến W-CDMA, dùng cả FDD và TDD. Tốc độ dữ liệu tốt theo lý thuyết là 1920Kbps (đạt gần 2Mbps) nhưng trong thực tế tốc độ này chỉ khoảng 384Kbps thôi. Nó phù hợp với các nhà mạng khai thác dịch vụ di động sử dụng GSM, phổ biến ở các nước châu Âu và một phần châu Á (trong đó có Việt Nam). Hệ thống UMTS đã được tiêu chuẩn hóa bởi tổ chức 3GPP và đó cũng là tổ chức chịu trách nhiệm chuẩn cho GPRS, GSM.

+ Hệ thống CDMA 2000 là thế hệ mạng kế tiếp của chuẩn 2G CDMA và IS-95. Công nghệ CDMA 2000 được quản lý và chuẩn hóa bởi 3GPP2 đây là một tổ chức độc lập, riêng biệt với 3GPP và đã có nhiều kỹ thuật công nghệ truyền thông khác nhau được sử dụng trong CDMA 2000 bao gồm 1xRTT (Radio Transmission Technology, CDMA2000-1xEV-DO (Evolution-Data Optimized) và CDMA2000-1xEV-DV (Evolution-Data Voice). Công nghệ CDMA 2000 cho phép cung cấp tốc độ dữ liệu từ 144 kbit/s tới trên 3 Mbit/s, chuẩn này đã được tổ chức ITU phê duyệt.

+ HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access): tăng tốc độ downlink (đường xuống, từ BS tới MS) tốc độ tối đa theo lý thuyết là 14,4Mbps, nhưng mà trên thực tế nó chỉ đạt khoảng tầm 1,8Mbps.

+ HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access): giúp tăng tốc độ uplink (đường lên) và cải tiến được chất lượng dịch vụ QoS. Nó cho phép upload lên đến tốc độ 5,8Mbps theo lý thuyết.



**Hình 1.6:** Sự phát triển của công nghệ mạng di động

Thế hệ di động	1G	2G	3G
Năm thiết kế	1970	1980	1990
Năm thực hiện	1984	1991	2002
Dịch vụ	Chủ yếu là thoại	Chủ yếu cho thoại kết hợp với dịch vụ bản tin ngắn, hình ảnh đen trắng	Truyền dẫn thoại và dịch vụ số liệu đa phương tiện với hình ảnh động, gửi email, chat, tải dữ liệu, tin nhắn nhanh, hình ảnh, âm thanh, ...
Tín hiệu	Tương tự	Kỹ thuật số	Tín hiệu số
Tốc độ truyền	1.9 Kb/s	14.4 Kb/s	2 Mb/s
Băng thông	từ 10 đến 30 KHz tùy thuộc vào loại hệ	200 KHz	5 MHz



	thông và dịch vụ.		
Công nghệ	+AMPS (Advanced Mobile Phone System). +TACS (Total Access Communications System). +NMT (Nordic Mobile Telephone).	+GSM ( <i>Global System for Mobile Communication</i> ). +IS-136 hay còn được gọi là D-AMPS (Digital-AMPS). + IS-95 hay còn gọi là CDMA One. +PDC (Personal Digital Cellular ).	+UMTS (Universal Mobile Telecommunication System). +CDMA 2000. + HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access). +HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access).
Phương thức đa truy nhập	FDMA	TDMA, CDMA	CDMA
Core network (mạng lõi)	PSTN	PSTN	Packet network
Chuyển mạch	Vật lý	Vật lý	Vật lý + Gói
Đặc điểm	Chất lượng thấp, bảo mật kém, công kênh	Dung lượng tăng, tốc độ tốt hơn.	Có cả chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói, chất lượng tốt hơn so với thế hệ trước

**Bảng 1.1:** Bảng so sánh tham số công nghệ cơ bản

### 3. Kết luận chương 1

Trong chương 1: “Tổng quan về hệ thống thông tin di động” thì chương này đã đề cập đến nhiều vấn đề về lịch sử phát triển, quá trình hình thành của hệ thống thông tin di động từ 1G đến 3G với các công nghệ đa truy cập như là FDMA, TDMA, CDMA mà người ta áp dụng của các thế hệ trước.

Từ đó giúp em hiểu thêm, nắm bắt những vấn đề cơ bản, cốt lõi trọng tâm nhất mà một phần nào đó nó làm tiền đề để còn áp dụng cho các hệ thống sau này.

## CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ TRONG HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G

### 1. Giới thiệu chung

Do ở thế hệ 3G tuy có nhiều cải tiến mới nhưng nó vẫn còn nhiều nhược điểm như:

- Khó khăn trong việc tăng băng thông liên tục cùng với sự tồn tại của các dịch vụ khác nhau cần có băng thông và chất lượng dịch vụ QoS khác nhau, rất khó tăng tốc độ dữ liệu cao để có thể đáp ứng được yêu cầu của các dịch vụ đa phương tiện.
- Bị giới hạn phổ và phân bố phổ.
- Khả năng lưu động (roaming) từ môi trường dịch vụ này tới môi trường dịch vụ khác ở các băng tần là rất khó.

Cho nên cho ra đời thế hệ 4G sẽ phải có tốc độ truyền thông tin dữ liệu cao hơn, với những công nghệ trong mạng 4G người dùng di động tốc độ có thể đạt tới 100Mbps. Còn đối với người dùng cố định tốc độ có thể đạt tới 1Gbps.

Mạng di động thế hệ 4G là công nghệ truyền thông tin không dây thế hệ thứ tư, đã được đưa vào sử dụng và khai thác tại một số quốc gia trên thế giới từ năm 2012. Nó cho phép người dùng truyền tải dữ liệu với tốc độ truyền dẫn tối đa trong điều kiện lý tưởng đạt tới 1 - 1,5 Gbit/s. Công nghệ 4G với sự đột phá về dung lượng nên có thể nói nó là chuẩn tương lai của các thiết bị không dây. Các dịch vụ trong di động 4G không những có khả năng cung cấp băng thông rộng với sự hỗ trợ của chức năng quản lý chất lượng dịch vụ QoS (Quality of Service) mà các ứng dụng truy cập mạng không băng tần rộng (Wireless broadband access) với dung lượng lớn, chất lượng tốt, truyền dẫn tốc độ cao, cung cấp cho người sử dụng những hình ảnh video màu chất lượng cao với các trò chơi đồ họa 3D linh hoạt với các dịch vụ âm thanh số, tin nhắn đa phương tiện MMS. Mà nó còn hỗ trợ các dịch vụ hệ thống tương tác đa phương tiện như truyền hội nghị, Internet không dây, có tính di động toàn cầu cao và tính di chuyển dịch vụ, giá thành hạ, truyền hình trực tuyến với độ phân giải cao (HDTV), truyền hình kỹ thuật số mặt đất DVB (Digital Video Broadcasting) và các loại hình dịch vụ mà cần đến băng thông rộng khác. Trong tương lai mạng 4G có thể thay thế được một cách hoàn hảo các đường truyền Internet cố định trong đó có cả cáp quang với tốc độ không thua

kém, tính di động cao và vùng phủ sóng rộng hơn. Hệ thống này nó sẽ tác động mạnh mẽ tới nhiều lĩnh vực cụ thể như:

-Trong lĩnh vực khoa học giáo dục: với sự tiên tiến của các thiết bị đầu cuối. Các sinh viên, học sinh, nhà nghiên cứu khoa học có thể trao đổi thông tin, hình ảnh cần thiết cho việc học tập cũng như nghiên cứu.

-Trong lĩnh vực giải trí: có thể truy cập trò chơi, hình ảnh, âm nhạc online, ... ở bất cứ nơi nào trong hay ngoài nước có hệ thống 4G với nội dung phong phú đa dạng.

-Trong lĩnh vực thương mại: ứng dụng trao đổi hàng hóa như thông tin về sản phẩm, đặt hàng thông qua thiết bị di động.

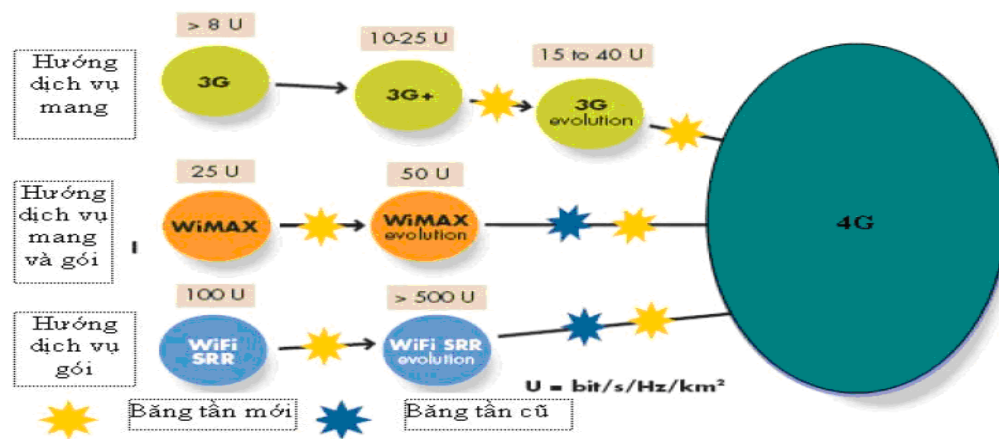
-Trong lĩnh vực y tế và chăm sóc sức khỏe: các dữ liệu về sức khỏe con người được gửi tự động đến bệnh viện hay bác sỹ theo thời gian thực từ các thiết bị được mang trên người để cho các bác sỹ tư vấn và điều trị.

## 2. Mô hình cấu trúc mạng 4G

### 2.1. Yêu cầu cấu trúc mạng mới của mạng 4G

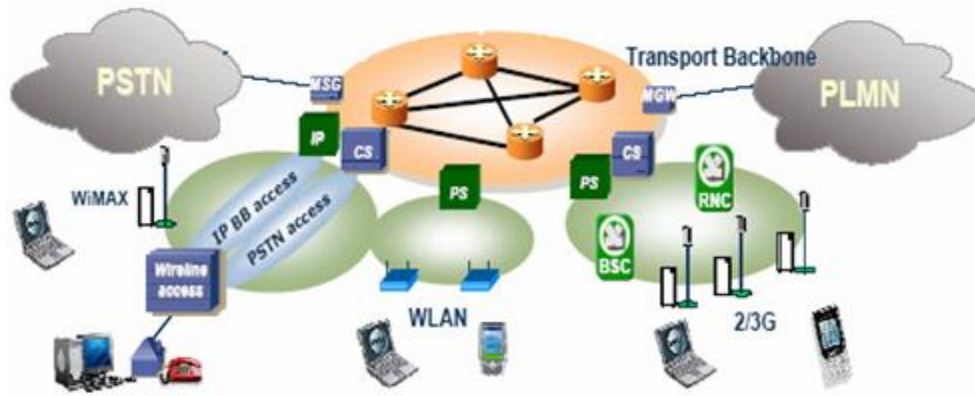
Để đảm bảo mục đích cho phép người sử dụng có thể truy nhập và khai thác các tính năng mới trong mạng với chất lượng tốt, tính di động, tốc độ cao, an toàn và bảo mật. Do vậy mạng 4G phải đáp ứng được các yêu cầu cần thiết như sau:

#### 2.1.1. Hệ thống mạng có tính năng tích hợp



**Hình 2.1:** Sự tích hợp của các mạng khác nhau dẫn đến 4G

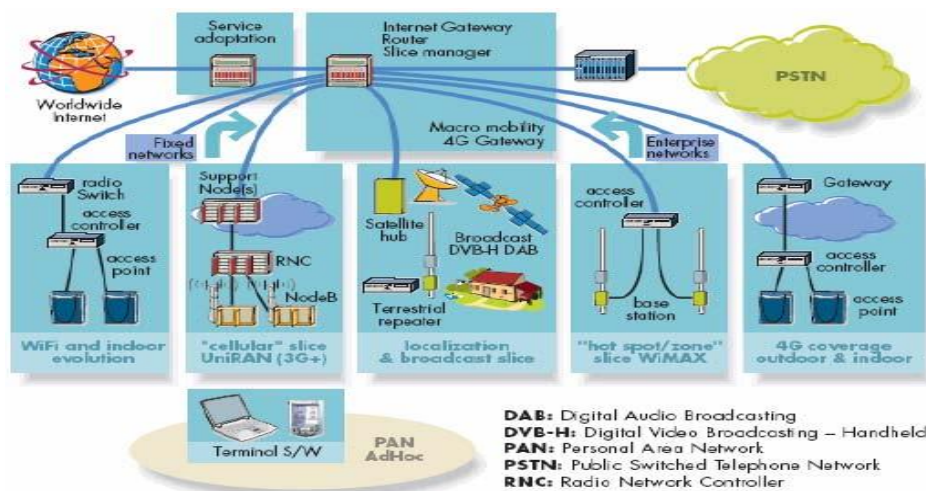
Mạng 4G kết hợp các mạng khác nhau dựa trên nền giao thức IP, đảm bảo với tốc độ cao, cung cấp các dịch vụ đa dạng, ứng dụng chất lượng cao, ... Sự kết hợp này giúp người sử dụng có thể kết nối tới nhiều loại mạng, sử dụng được nhiều dịch vụ khác nhau như ISDN, PSTN, internet, WLAN, WiMax, ...



**Hình 2.2:** Sự kết hợp của các mạng khác nhau

### 2.1.2. Hệ thống mạng có tính mở

Cấu trúc mở trong mạng 4G cho phép cài đặt các thành phần mới cùng với các giao diện mới giữa các cấu trúc khác nhau trên các lớp. Nó giúp cho tối ưu các dịch vụ trong mạng di động với liên kết không dây và đặc tính di động chính vì vậy mô hình xây dựng ra phải có tính mở.



**Hình 2.3:** Các mạng khác nhau có thể truy nhập vào hệ thống

### 2.1.3. Hệ thống mạng phải đảm bảo chất lượng dịch vụ cho các ứng dụng đa phương tiện trên nền IP

Cần phải có sự kết hợp chặt chẽ giữa các lớp truy nhập, truyền tải và các dịch vụ internet để đảm bảo chất lượng dịch vụ. Do mạng 4G yêu cầu độ trễ nhỏ, tốc độ dữ liệu cao, dịch vụ thời gian thực cho nên phải tránh các trường hợp về vấn đề trễ mạng, băng thông dịch vụ.

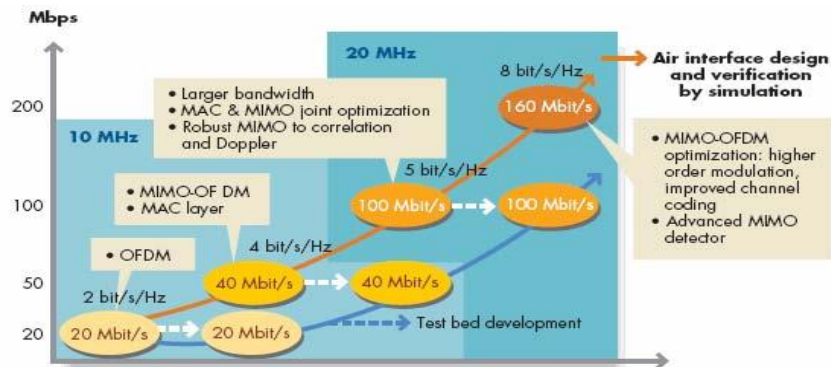
### 2.1.4. Hệ thống mạng phải đảm bảo tính an toàn, bảo mật thông tin

Khi hệ thống thông tin ngày càng phát triển, có nhiều người dùng của các mạng khác nhau truy nhập vào thì những dữ liệu thông tin cần được phải đảm bảo an toàn. Tính an toàn được đánh giá qua khả năng bảo mật trong truyền thông, tính đúng đắn, riêng tư dữ liệu người dùng cũng như khả năng giám sát và quản lý hệ thống.

### 2.1.5. Hệ thống mạng phải đảm bảo tính di động và tốc độ

Vấn đề quan trọng trong mạng di động 4G đó là cách để truy nhập nhiều mạng di động và không dây khác nhau. Có 3 cách để đảm bảo tính di động là sử dụng thiết bị đa chế độ, người dùng truy nhập vào vùng phủ đa dịch vụ gồm nhiều điểm truy nhập chung UAP (Universal Access Point) hoặc sử dụng giao thức truy nhập chung.

Tốc độ truyền dữ liệu trong mạng mới có thể đạt tới 100Mbps và 160Mbps khi sử dụng MIMO.



Hình 2.4. Tốc độ truyền dữ liệu trong mạng 4G

## 2.2. Một số kỹ thuật mới nhằm làm tăng tốc độ đường truyền

### 2.2.1. Sử dụng anten thông minh

Anten thông minh là sự kết hợp của nhiều phần tử anten với một khả năng xử lý tín hiệu để tự động tối ưu mẫu thu và bức xạ của nó dựa vào sự hồi đáp của môi trường tín hiệu. Mục đích sử dụng anten thông minh là để làm tăng dung lượng bằng cách truyền tập trung các tín hiệu vô tuyến trong khi tăng dung lượng tức là tăng việc dùng lại tần số. Nó là một thành phần quan trọng trong mạng 4G. Một hệ thống anten thông minh có những đặc tính và lợi ích cơ bản như:

Đặc tính	Lợi ích
<i>Độ lợi tín hiệu:</i> Tín hiệu được đưa vào từ nhiều anten sau đó được kết hợp lại để tối ưu công suất có sẵn nhằm thiết lập mức vùng phủ đã cho.	<i>Vùng phủ tốt hơn:</i> Việc tập trung năng lượng gửi ra trong một tế bào sẽ làm tăng vùng phủ của trạm gốc. Thời gian dùng pin lâu hơn do các yêu cầu công suất tiêu thụ thấp hơn.
<i>Phân tập không gian:</i> Thông tin được tập hợp từ mảng anten được dùng để tối thiểu fading và các tác động của truyền đa	<i>Loại bỏ các thành phần đa đường:</i> Cho phép truyền với tốc độ bit cao hơn mà không cần dùng bộ cân bằng và làm giảm

đường không mong muốn.	tác động trả trễ của kênh.
<i>Hiệu quả công suất:</i> Kết hợp các ngõ vào đến nhiều thiết bị để tối ưu tăng ích xử lý có sẵn trên đường xuống	<i>Chi phí giảm:</i> Chi phí giảm cho các bộ khuếch đại công suất, độ tin cậy cao hơn.
<i>Sự loại bỏ nhiễu:</i> Anten pattern có thể loại bỏ các nguồn nhiễu đồng kênh, cải thiện tỷ số tín hiệu trên nhiễu của tín hiệu thu được.	<i>Tăng dung lượng:</i> Việc điều khiển chất lượng các null tín hiệu chính xác và giảm nhiễu kết hợp với việc sử dụng lại tần số sẽ làm tăng dung lượng mạng. Kỹ thuật thích nghi (như là đa truy cập phân chia theo không gian) hỗ trợ việc sử dụng lại tần số trong cùng một tế bào.

**Bảng 2.1:** Đặc điểm của anten thông minh

### 2.2.2. Sử dụng các điều chế và mã hóa thích ứng (AMC - Adaptation and Modulation Coding)

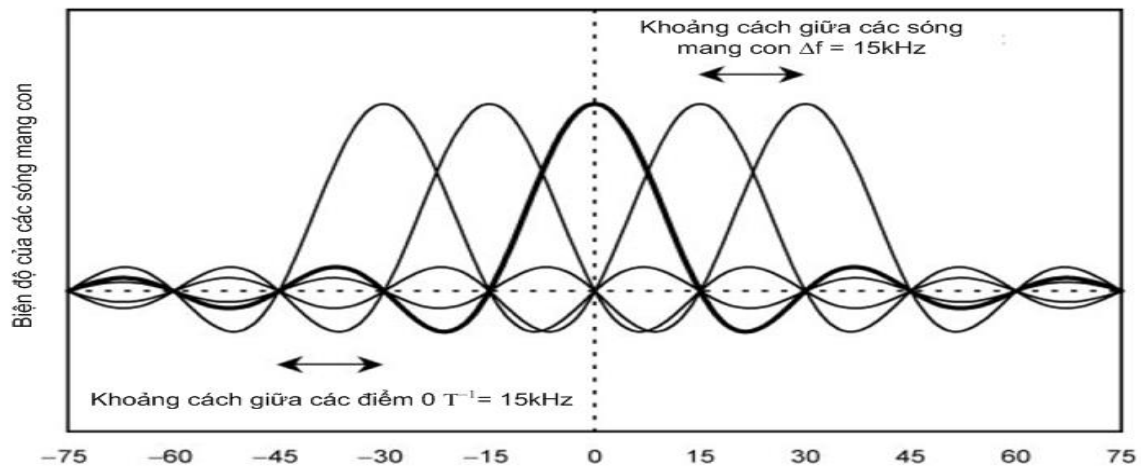
Với kỹ thuật này, tỉ lệ mã hóa và quá trình điều chế được thích ứng theo một cách liên tục và chất lượng kênh thay cho việc điều chỉnh công suất. Trong việc truyền dẫn, sử dụng nhiều mã Walsh trong quá trình thích ứng liên kết. Việc kết hợp kỹ thuật thích ứng liên kết đã góp phần thay thế hoàn toàn kỹ thuật hệ số trải phổ biến thiên của truyền dẫn vô tuyến không dây tốc độ cao.

### 2.2.3. Ghép kênh phân chia tần số trực giao OFDM

OFDM là một trường hợp đặc biệt của phương pháp điều chế FDM

-Mỗi một sóng mang con là một dạng sóng hình sine mang biên độ và pha thay đổi tại khoảng độ dài của mỗi symbol  $T$ ,  $66.7\mu s$  (trong miền tần số là một hàm  $\sin x/x$ ).

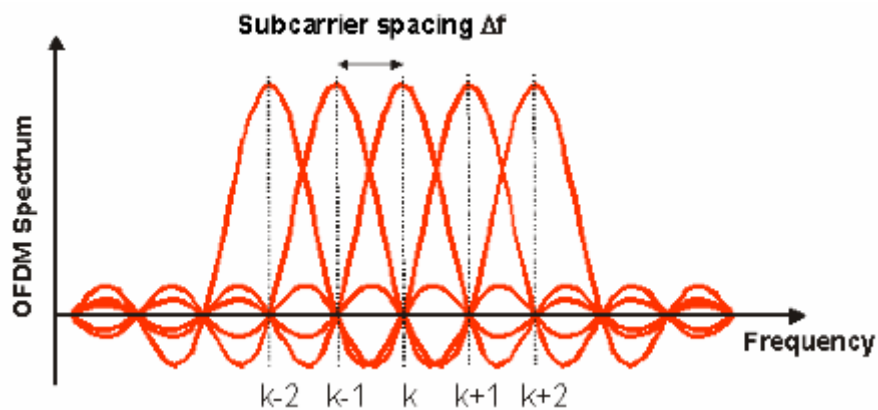
-Khoảng cách giữa các sóng mang con lân cận gọi là khoảng sóng mang con  $\Delta f$  nếu  $\Delta f = 1/T$  thì các sóng mang con sẽ chồng lấn trong miền tần số nhưng đáp ứng đỉnh của mỗi sóng mang con sẽ trùng với thời điểm 0 của các sóng mang con khác.



**Hình 2.5:** Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao OFDM

Vì vậy máy đầu cuối có thể lấy mẫu một sóng mang con và đo kiểm biên độ, pha của sóng mang con này để khôi phục dữ liệu mà không sợ bị ảnh hưởng bởi các sóng mang con khác mặc dù thực tế các sóng mang con này gần như được phát một các đồng thời. Các sóng mang con này do đó được gọi là trực giao với nhau

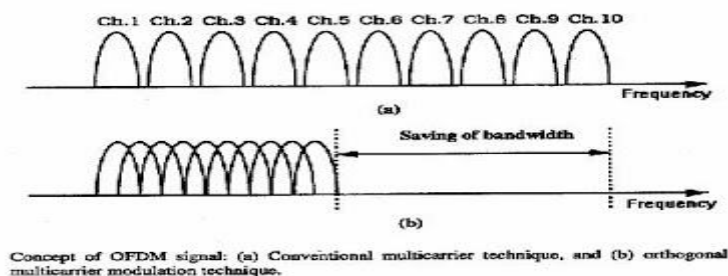
Tín hiệu gửi đi được chia ra thành các sóng mang nhỏ, ở trên mỗi sóng mang đó tín hiệu là băng hẹp cho nên tránh được hiệu ứng đa đường. Vì vậy tạo nên một khoảng bảo vệ để chen giữa mỗi tín hiệu OFDM.



**Hình 2.6:** Phổ tín hiệu OFDM với 5 sóng mang.

Trong đó các sóng mang phụ nó được trực giao với nhau. Do vậy phổ tính hiệu ở các sóng mang phụ cho phép chồng lấn lên nhau mà phía thu vẫn có thể khôi phục lại được tín hiệu ban đầu. Nhờ có sự chồng lấn phổ này tín hiệu giúp cho hệ thống OFDM có hiệu suất sử dụng phổ lớn hơn nhiều so với các kỹ thuật điều chế thông thường. OFDM cũng tạo nên độ lợi về sự phân tập tần số, cải thiện được hiệu năng của lớp vật lý. Nó đã được sử dụng trong nhiều hệ thống cả có dây cũng như không dây như ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), DVB (Digital Video Broadcasting) và WLAN (Wireless Local Area Network).

OFDM tiết kiệm băng thông, phù hợp cho việc thiết kế băng rộng, loại bỏ hoàn toàn hiện tượng giao thoa giữa các kí hiệu, giúp cho sự phức tạp thấp hơn của bộ cân bằng trong trường hợp chậm trễ lây lan so với các hệ thống đơn sóng mang. Tuy nhiên đường bao biên độ của tín hiệu phát nó lại không bằng phẳng, nó đã làm cho gây méo phi tuyến cho các bộ khuếch đại công suất ở máy thu và máy phát.



**Hình 2.7:** Tiết kiệm băng thông khi sử dụng OFDM

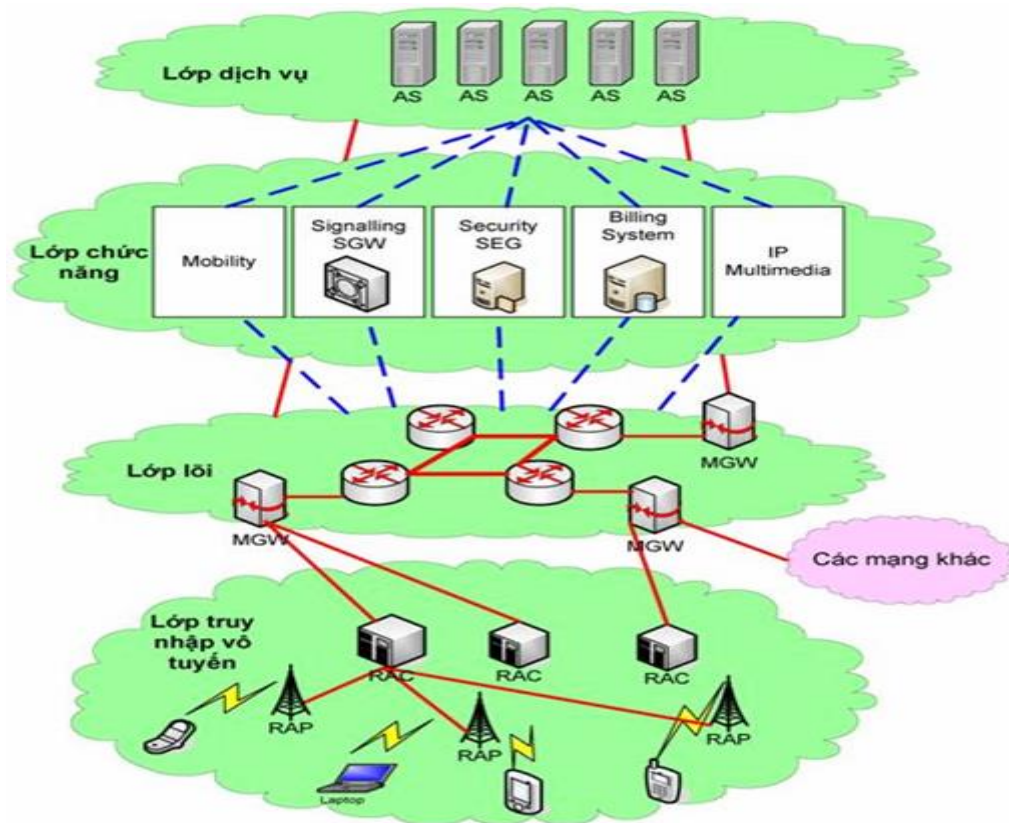
Ngoài ra, công nghệ LTE sử dụng kỹ thuật OFDM trong việc truy cập đường xuống vì có ưu điểm sau:

- Kỹ thuật OFDM giúp loại bỏ hiện tượng xuyên nhiễu ký hiệu ISI nếu độ dài chuỗi bảo vệ lớn hơn độ trễ truyền dẫn lớn nhất của kênh truyền.
- Tối ưu được hiệu quả phổ tần vì cho phép sự chồng phủ ở các sóng mang con.
- Cấu trúc máy thu đơn giản.
- OFDM thích hợp cho việc thiết kế hệ thống thông tin truyền dẫn băng rộng (hệ thống có tốc độ truyền dẫn cao)
- Tương thích với các anten tiên tiến và các bộ thu.

Kỹ thuật OFDMA là kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao. Kỹ thuật này chia băng tần thành các băng con, mỗi băng con là một sóng mang con. OFDMA là kỹ thuật đa truy nhập vào kênh truyền OFDM và là một cải tiến của OFDM. Nhưng nó khác với OFDM ở chỗ trong OFDMA mỗi trạm thuê bao không sử dụng toàn bộ không gian sóng mang con không gian sóng mang con được chia cho nhiều thuê bao cùng sử dụng một lúc. Khi mà các trạm thuê bao không sử dụng hết không gian sóng mang thì tất cả công suất phát của trạm gốc sẽ chỉ tập trung vào số sóng mang con được sử dụng. Kỹ thuật này sử dụng cho đường lên của công nghệ LTE.



### 2.3. Mô hình cấu trúc mạng 4G



**Hình 2.8:** Mô hình cấu trúc mạng 4G

Hệ thống mạng 4G sử dụng chung môi trường truyền vô tuyến được tích hợp chung vào mạng RAN (Radio Access Network) giúp cho thuê bao di động đầu cuối ở bất cứ môi trường truyền vô tuyến nào cũng đảm bảo hoạt động trong mạng.

\*Phần tử lớp truy nhập vô tuyến: có nhiệm vụ là tạo và duy trì các kênh mạng truy nhập vô tuyến (RAB: Radio Access Bearer) để thực hiện trao đổi thông tin giữa các thiết bị đầu cuối như máy tính hay điện thoại di động với mạng lõi. Do đó mạng truy nhập vô tuyến phải có khả năng giao tiếp với các thiết bị đầu cuối cho dù là thiết bị di động không dây thuộc mạng khác.

+ Điểm truy nhập vô tuyến RAP (Radio Access Point): có chức năng là:

- Thực hiện xử lý lớp 1 của giao diện vô tuyến như đan xen, mã hóa kênh, thích ứng tốc độ, trải phổ ...
- Thực hiện một phần khai thác quản lý tài nguyên vô tuyến như điều khiển công suất vòng trong.

+Thiết bị đầu cuối: trong mạng 4G các thiết bị đầu cuối di động phải có sự phát triển mạnh như là chạy nhiều ứng dụng khác nhau và phải hoạt động có tính thích nghi và có tính linh

độ cao. Do vậy độ phức tạp của nó cũng không nhỏ. Tính phức tạp của thiết bị đầu cuối sẽ phải chứa đựng đầy đủ các điều kiện về phần mềm và phần cứng như sau:

- Thực hiện trên nhiều dạng hệ điều hành (như Symbian, SmartPhone, Linux, ...)
- Các ứng dụng khác nhau về di động như email, MMS ...
- Hoạt động trên nhiều môi trường ứng dụng như J2ME, .NET
- Có bộ nhớ lớn.
- Hoạt động trên nhiều phương thức mã hóa (tiếng nói, âm thanh)
- Thực hiện được nhiều phần mềm ghép ứng dụng như dự đoán kiểu gõ, soạn thảo văn bản ...
- Hoạt động trên nhiều phương thức mã hóa vô tuyến như CDMA2000, GPRS, GSM, W-CDMA, WiFi, ...

\*Lớp mạng lõi (Core Network): mạng lõi phải tích hợp được tất cả các mạng viễn thông khác như các mạng di động, WiMAX, WLAN và các mạng không dây khác. Nhờ sự phát triển mạnh mẽ của NGN trên toàn cầu người ta xây dựng hệ thống truyền dẫn trong mạng lõi sử dụng giao thức IPv6. Đặc biệt sử dụng IP di động một cách linh hoạt giúp cho việc kết hợp giữa các mạng. Các cổng đa phương tiện MGW (Multimedia Gateway) có nhiệm vụ: một là thực hiện chuyển đổi dữ liệu sang gói IP và ngược lại, hai là thực hiện chức năng chuyển mạch, định tuyến dữ liệu từ/tới một vùng dịch vụ của mạng tùy thuộc vào vị trí thuê bao.

\* Lớp chức năng: dùng để điều khiển hệ thống như hệ thống báo hiệu, điều khiển lưu lượng, bảo mật thông tin ... Đồng thời cung cấp cơ sở hạ tầng cho lớp dịch vụ cung cấp các loại hình dịch vụ. Các chức năng điều khiển như:

- Chức năng báo hiệu: báo hiệu trong mạng lõi là báo hiệu tập trung.
- Chức năng bảo mật: là một chức năng quan trọng trong hệ thống tương lai. Nó đảm bảo cho việc thông tin, bí mật, tính riêng tư của người dùng một cách an toàn.
- Chức năng về Billing: chức năng này có nhiệm vụ cung cấp cho mạng khả năng về nhận thực, tính cước đối với các dịch vụ sử dụng trong mạng.
- Chức năng về tính di động trong mạng (Mobility): chức năng này được kế thừa từ các mạng di động thế hệ trước.
- Chức năng IP Multimedia: nhiệm vụ là thực hiện các chức năng điều khiển, quản lý các phiên làm việc IP trong mạng 4G.

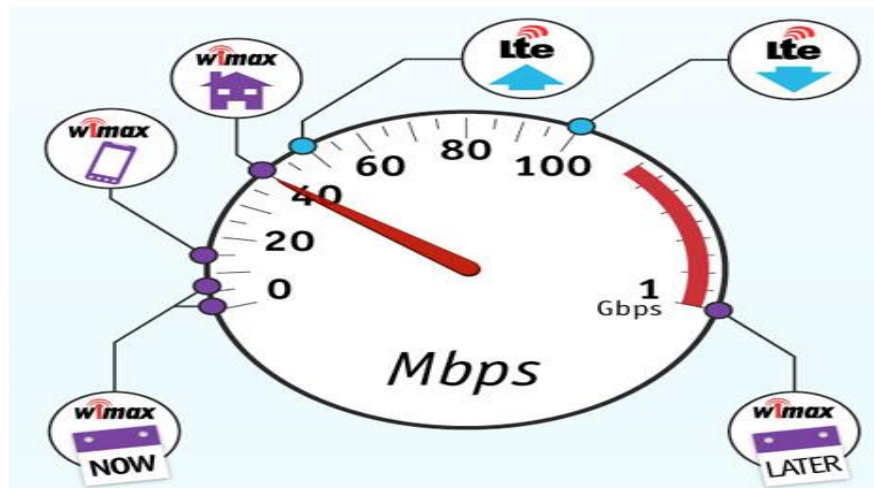
\* Lớp dịch vụ: có chức năng cung cấp các dịch vụ theo yêu cầu của người dùng, có chất lượng cao như: dịch vụ đa phương tiện chất lượng cao, dịch vụ thông tin định vị, dịch vụ điều khiển từ xa ...

### 3. Công nghệ mạng 4G

#### 3.1. Công nghệ tiền 4G

##### 3.1.1. Giới thiệu

Trước khi chuyển sang công nghệ 4G thì hai công nghệ được xem như là tiền 4G (Pre-4G hoặc 3.9G) là chuẩn Wimax2 (802.11m) và Long Term Evolution (LTE). Bởi vì nó chưa đáp ứng được chuẩn kết nối của mạng 4G là có thể truyền tải tốc độ 1Gbps đối với người dùng cố định và 100Mbps đối với người dùng di động. Công nghệ LTE được phát triển và chuẩn hóa bởi 3GPP trong đó 3GPP là một bộ phận của liên minh các nhà mạng sử dụng công nghệ GSM, có tốc độ bit net lý thuyết là 100 Mbit/s cho download và 50 Mbit/s cho upload. Công nghệ Wimax2 được phát triển bởi IEEE (IEEE 802.16m: Institute of Electrical and Electronics Engineers) cung cấp khả năng kết nối Internet không dây nhanh hơn so với WiFi, cho phép sử dụng nhiều ứng dụng hơn, vùng phủ sóng rộng hơn và không chịu ảnh hưởng bởi địa hình. Cả Wimax và LTE đều sử dụng các công nghệ thu phát tiên tiến để nâng cao khả năng bắt sóng và hoạt động của thiết bị, mạng lưới. Tuy nhiên mỗi công nghệ đều sử dụng một băng tần khác nhau.

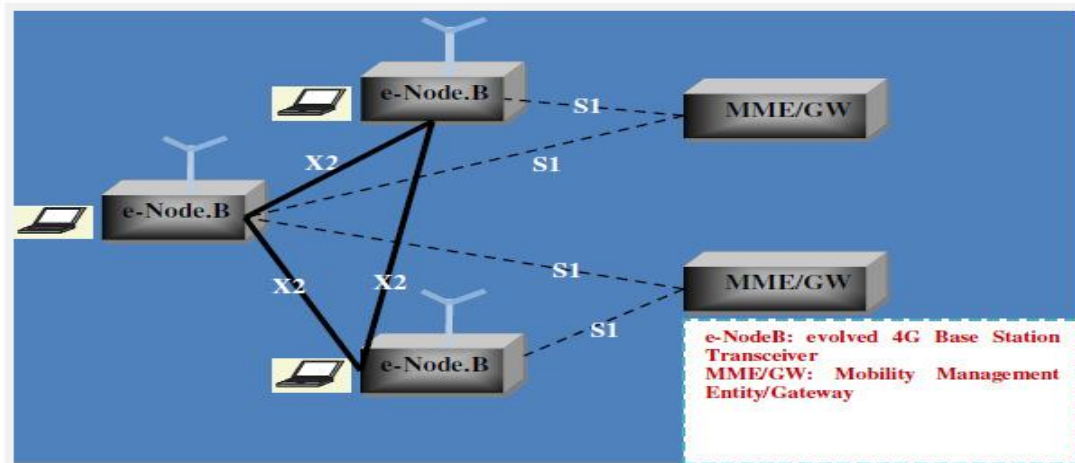


Hình 2.9: Tốc độ của 2 công nghệ Wimax và LTE

##### 3.1.2. Cấu trúc mạng LTE

Công nghệ LTE được dùng với mục đích cung cấp một tốc độ dữ liệu cao, độ trễ thấp, công nghệ truy cập vô tuyến gói tin, tối ưu hóa băng thông. Hệ thống LTE hỗ trợ tính di động cho

tốc độ lên đến 350 km/h, hỗ trợ tốc độ dữ liệu đỉnh đường xuống là 326 Mb/s đối với hệ thống 4x4 MIMO, băng thông 20 MHz.



**Hình 2.10:** Cấu trúc mạng LTE

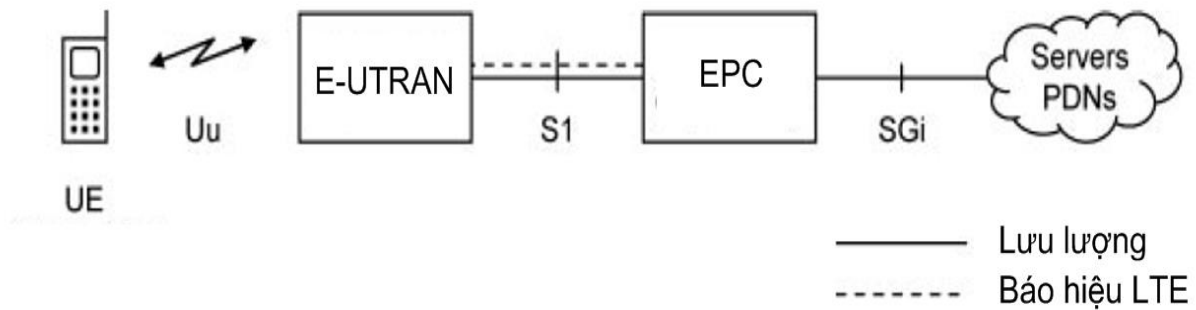
Cấu trúc này rất đơn giản với 2 nút:

- evolved Node-B (eNB):
- Mobility Management Entity/Gateway (MME/GW)

Bộ điều khiển mạng vô tuyến (RNC: radio network controller) được loại bỏ khỏi mạng truy cập và chức năng của nó được thực hiện trong nhiều eNB.

Tất cả các giao diện dựa trên giao thức IP, các eNBs được kết nối với MME/GW bằng các cách thức của giao diện S1 và X2. Cấu trúc LTE bao gồm 2 cổng logic là cổng phục vụ (S-GW: serving gateway) và cổng mạng dữ liệu gói (P-GW: packetdata network gateway). S-GW chuyển tiếp và nhận gói dữ liệu từ eNB để đưa đến UE. P-GW với mạng dữ liệu gói bên ngoài (external packet data networks: PDNs) còn thực hiện một số chức năng IP như phân bổ địa chỉ, thực thi chính sách, lọc gói và định tuyến. MME là một sự tồn tại duy nhất mà tín hiệu nơi người dùng gói tin IP không đi qua. Lưu lượng mạng của truyền tín hiệu và lưu lượng truy cập có thể phát triển một cách độc lập như là một lợi thế của sự tồn tại mạng riêng biệt.

Sự phát triển của hệ thống chuyển mạch gói Evolved Packet Switched System (EPS) bao gồm một Evolved Packet Core (EPC) và Evolved UTRAN (E-UTRAN), cung cấp các liên kết IP giữa một UE và mạng dữ liệu gói bên ngoài. external packet data networks (PDNs)

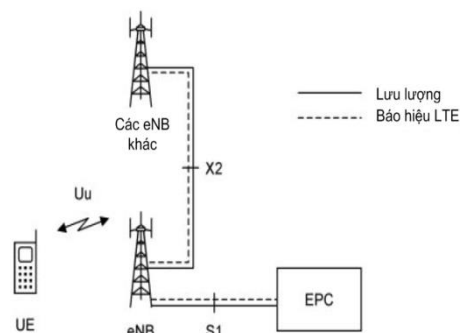


**Hình 2.11:** Liên kết IP giữa một UE với PDNs

Trong đó:

- UE: máy đầu cuối (user equipment)
- E-UTRAN: mạng truy nhập radio
- EPC: Evolved Packet Core. Mạng Core cũng là thành phần giao tiếp với các mạng packet khác như internet, mạng riêng của các công ty, hoặc hệ thống truyền thông đa phương tiện IP IMS (Ip multimedia system).
- Giao diện giữa các thành phần khác nhau của hệ thống LTE là các giao diện Uu, S1, và Sgi

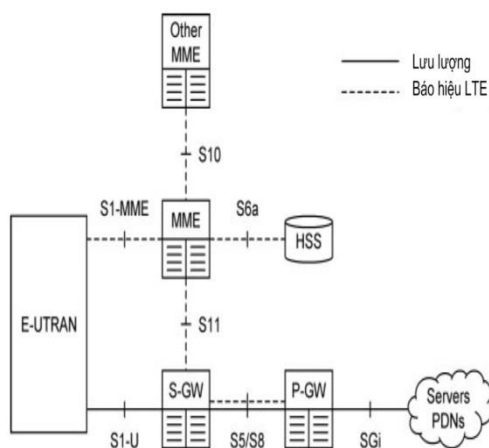
### 3.1.2.1. Mạng truy nhập vô tuyến



**Hình 2.12:** Mạng truy nhập vô tuyến

- Trạm gốc evolved node B (eNB): điều khiển giao tiếp với máy đầu cuối trên 1 hay nhiều cell, điều khiển chuyển giao (no soft HO)
- Giao tiếp với mạng lõi EPC qua giao diện S1
- Tích hợp tính năng RNC trong WCDMA

### 3.1.2.2. Mạng Core



**Hình 2.13:** Mạng Core

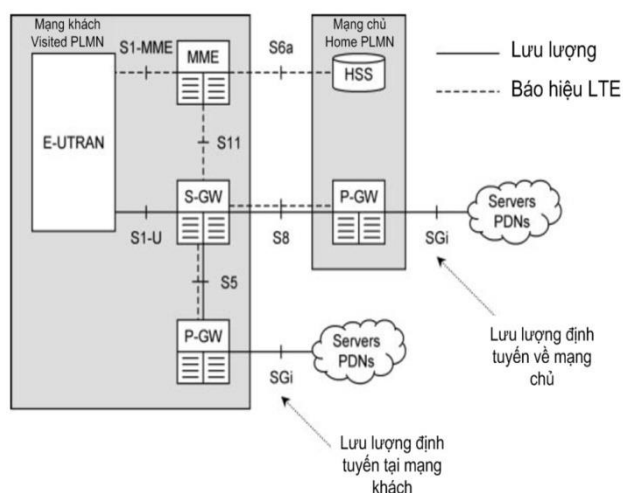
-HSS (home subscriber server) DATABASE

-P-GW hay PDN (packet data network) gateway là điểm giao tiếp của mạng Core EPC với các mạng ngoài khác

-Serving – Gateway (S-GW) hoạt động như một router để chuyển tiếp data từ eNB đến PDN gateway

-MME (mobility management entity) điều khiển các hoạt động mức cao của thuê bao thông qua các bản tin báo hiệu: Authen, ciphering, signalling...

### 3.1.2.3. Kiến trúc Roaming



**Hình 2.14:** Kiến trúc Roaming

-Kiến trúc thứ nhất đó là PDN gateway nằm tại mạng chủ, toàn bộ dữ liệu của thuê bao sẽ được định tuyến về P-GW này.

Ưu điểm: dễ quản lý, tính cước

Nhược điểm: trễ truyền dẫn

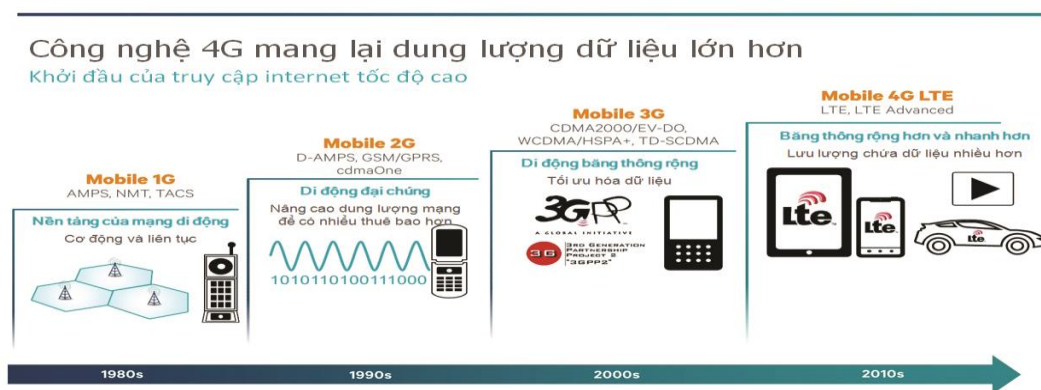
-Trường hợp thứ 2 là PDN của thuê bao sẽ được cấu hình ngay tại mạng khách, trong trường hợp thuê bao roaming HSS sẽ lựa chọn P-GW nào cho thuê bao (APN)

Ưu điểm: giảm độ trễ, tài nguyên nhà mạng

Nhược điểm: khó quản lý tính cước

### 3.2. Công nghệ LTE Advanced của thế hệ 4G

3GPP bắt đầu nghiên cứu với một mục được gọi là LTE – Advanced với các nhiệm vụ xác định yêu cầu và nghiên cứu thành phần công nghệ của sự tiến triển của LTE để đáp ứng tất cả các yêu cầu của IMT – Advanced theo định nghĩa bởi ITU. LTE-Advanced (phiên bản R10, R11) là công nghệ mạng di động 4G còn LTE (phiên bản R8, R9) chỉ được xem như là công nghệ 3.9G.



Hình 2.15: Công nghệ 4G

Nhưng thực chất nó là bản nâng cấp của LTE nhằm thỏa mãn các yêu cầu của IMT-Advanced, vẫn sử dụng các công nghệ như: OFDMA, SC – FDMA, MIMO, AMC, ... và dùng thêm một số kỹ thuật mới như:

- Kết hợp sóng mang
- Các bộ lặp và nút chuyển tiếp
- Đa anten cải tiến MIMO
- Phối hợp đa điểm
- Heterogeneous Network (mạng không đồng nhất)

Việc sử dụng những công nghệ mới này sẽ giúp LTE – Advanced có những đặc tính cao như về tốc độ, băng thông, độ trễ xử lý, hiệu suất sử dụng phổ, ... hơn hẳn so với LTE như:

- Băng thông sử dụng: 20 MHz – 100 MHz
- Tốc độ dữ liệu là 1 Gbps cho đường xuống và 500 Mbps cho đường lên.

- Hiệu quả phổ đỉnh: 15 b/s/Hz cho uplink và 30 b/s/Hz cho downlink với một anten cấu hình 4x4 hoặc ít hơn trong uplink và 8x8 hoặc ít hơn trong downlink
- Khả năng tương thích: công nghệ LTE – Advanced có khả năng liên kết mạng với LTE và các hệ thống của 3GPP.
- Thời gian chờ: nhỏ hơn 50 ms khi chuyển từ trạng thái rỗi sang trạng thái kết nối và nhỏ hơn 5ms khi chuyển mạch gói riêng lẻ.

Công nghệ LTE mở rộng phổ linh hoạt để hỗ trợ tối đa băng thông 100 Mhz, nâng cao giải pháp đa anten, tăng lên đến tám lớp truyền dẫn trong Downlink và bốn lớp truyền dẫn trong uplink, phối hợp đa điểm truyền/ nhận, việc sử dụng các trạm lặp/chuyển tiếp.

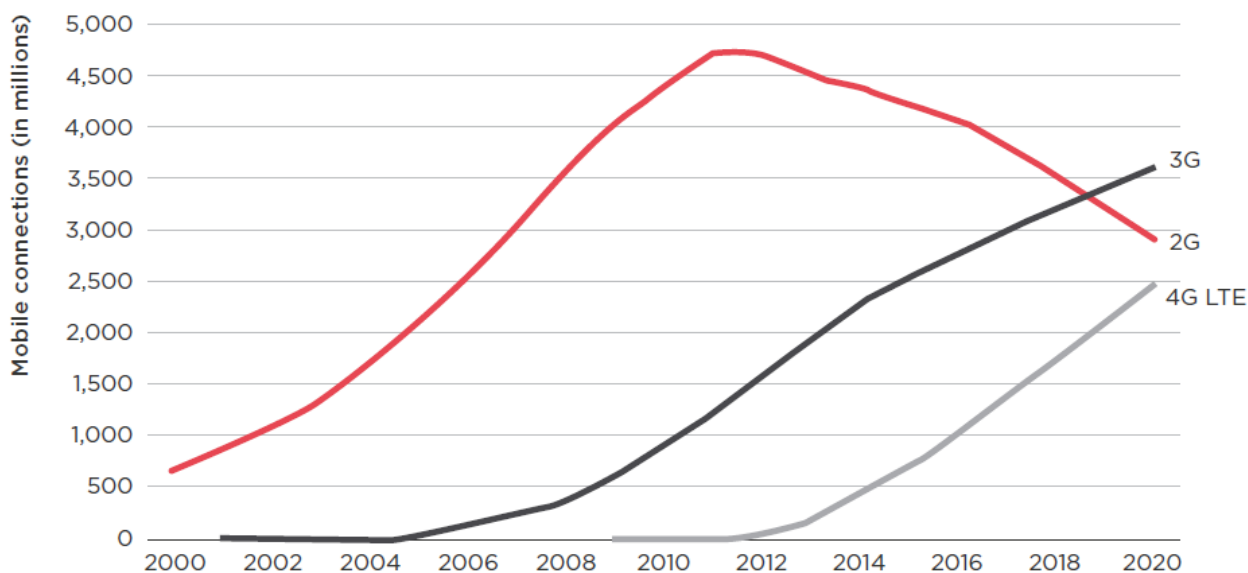


Figure 6: Total cellular connections, global, by technology generation

**Hình 2.16:** Tổng số di động được kết nối của các thế hệ theo từng năm (theo GSMA Intelligence)

Đặc tính		LTE	LTE - Advanced
Tốc độ chỉ định	Downlink	326 Mbps	1 Gbps
	Uplink	86 Mbps	500 Mbps
Băng thông		≤ 20 MHz	≤ 100 MHz
Hiệu suất sử dụng phổ tần (b/s/Hz)	Downlink	16.3 (4x4 MIMO)	30 (8x8 MIMO)
	Uplink	4.32 (SISO)	15 (4x4 MIMO)
Độ trễ		~ 10 ms	~ 5 ms
Cấu hình MIMO	Downlink	4x4 MIMO	8x8 MIMO
	Uplink	2x4 MIMO	4x4 MIMO

**Bảng 2.2:** So sánh các tham số của LTE và LTE-Advanced

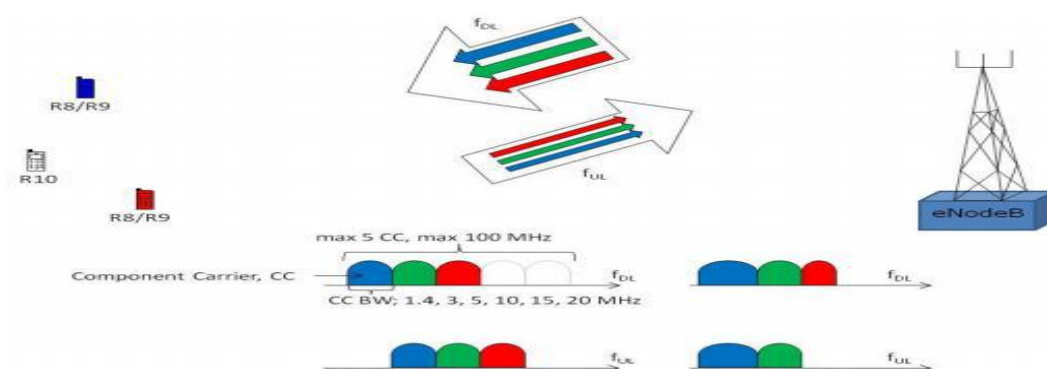


	WCDMA (UMTS)	HSPA HSDPA / HSUPA	HSPA+	LTE	LTE ADVANCED (IMT ADVANCED)
Max downlink speed bps	384 k	14 M	28 M	100M	1G
Max uplink speed bps	128 k	5.7 M	11 M	50 M	500 M
Latency round trip time approx	150 ms	100 ms	50ms (max)	~10 ms	less than 5 ms
3GPP releases	Rel 99/4	Rel 5 / 6	Rel 7	Rel 8	Rel 10
Approx years of initial roll out	2003 / 4	2005 / 6 HSDPA 2007 / 8 HSUPA	2008 / 9	2009 / 10	
Access methodology	CDMA	CDMA	CDMA	OFDMA / SC-FDMA	OFDMA / SC-FDMA

**Bảng 2.3:** So sánh các tham số của LTE-Advanced với công nghệ khác

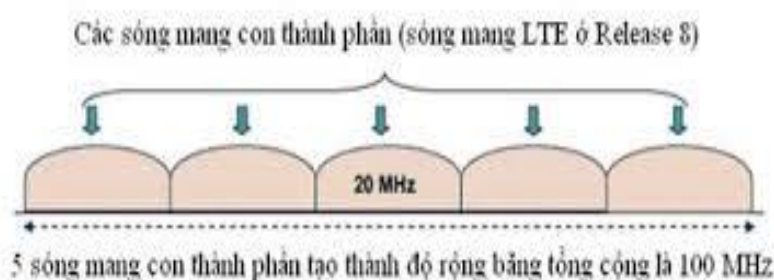
### 3.2.1. Kết hợp sóng mang

Việc kết hợp sóng mang giúp cho công nghệ LTE-Advanced chia sẻ phổ tần và truyền dẫn băng được rộng hơn.



**Hình 2.17:** Các sóng mang thành phần trong truyền dẫn băng rộng trong LTE-Advanced.

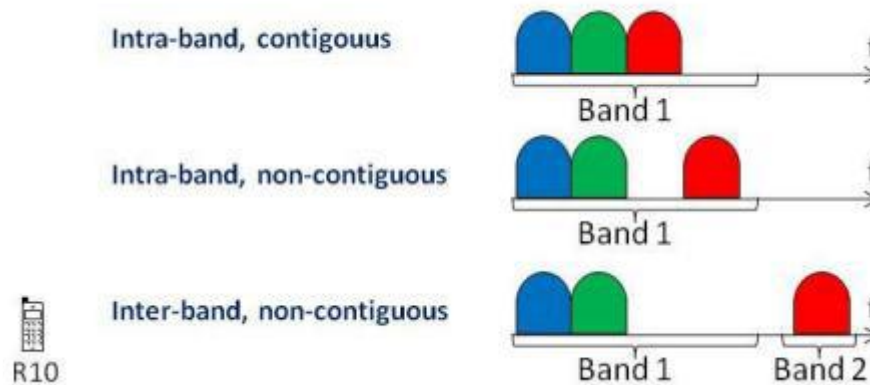
Độ rộng băng truyền dẫn là 100 MHz đối với Downlink và 40 MHz đối với Uplink. Mỗi sóng mang có thể sử dụng băng thông là 1.4, 3, 5, 10, 15 hoặc 20 MHz nhưng không được vượt quá giới hạn băng thông tối đa là 100 MHz và các thành phần được kết hợp tối đa cũng chỉ có 5 sóng mang. Kết hợp trên lớp vật lý để cung cấp độ rộng băng cần thiết.



### Hình 2.18: Khối tập hợp sóng mang

Việc tăng độ rộng băng truyền giúp cho thỏa mãn hướng đến mục tiêu đạt tốc độ đỉnh trong khi vẫn duy trì được tính tương thích phổ (không bị nhiễu sóng mang). Nó còn là công cụ cho việc mở rộng độ phủ sóng với các tốc độ số liệu trung bình.

Có các kiểu kết hợp sóng mang:



Hình 2.19: Các kiểu kết hợp sóng mang

+ Intra-band, contiguous: là loại kết hợp sóng mang trong cùng băng tần và liên tục, mỗi thiết bị đầu cuối chỉ cần một bộ thu phát, dạng này dễ thực thi nhất với các sóng mang liền kề nhau.

+ Intra-band, non-contiguous: là loại kết hợp sóng mang cùng băng tần và không liên tục. Các sóng mang thành phần không thể truyền như một tín hiệu đơn do vậy cần tới 2 bộ thu phát, loại này phức tạp hơn.

+ Inter-band non-contiguous: là loại kết hợp có các sóng mang thành phần trong các băng tần khác nhau. Loại này cần phải có các thiết bị đầu cuối hỗ trợ nhiều bộ thu phát, chính vì vậy nó rất phức tạp.

### 3.2.2. Giải pháp đa anten cải tiến - MIMO

Người ta dùng hệ thống thông tin không dây nhằm cải thiện chất lượng, dung lượng của hệ thống và còn có khả năng chống lại hiện tượng đa đường. Do vậy người ta dùng giải pháp đa anten cải tiến bằng hệ thống MIMO. Hệ thống MIMO là hệ thống có thể tăng dung lượng kênh truyền, sử dụng các băng thông rất hiệu quả nhờ công nghệ ghép kênh không gian (V-BLAST), chất lượng hệ thống cải thiện đáng kể nhờ vào phân tập tại phía phát và phía thu (STBC, STTC) mà lại không cần phải tăng công suất phát cũng như tăng băng thông của hệ thống. Hệ thống MIMO có những ưu và nhược điểm sau:

+ Ưu điểm:

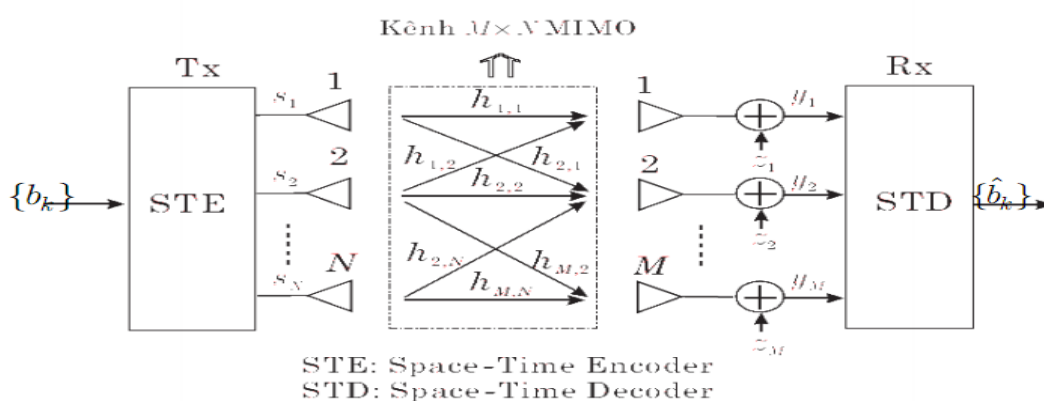
- Tăng độ lợi phân tập: làm giảm hiện tượng fading thông qua việc sử dụng hệ thống anten phân tập giúp cho nâng cao chất lượng hệ thống.
- Tăng hiệu quả phổ nhờ sử dụng ghép kênh không gian.
- Tăng độ lợi mảng đồng thời làm tăng tỉ số S/N (tín hiệu trên nhiễu) và làm giảm tỷ suất lỗi bit. Từ đó làm tăng tốc độ truyền dẫn mà không cần tăng công suất phát.
- Tăng dung lượng kênh mà không cần tăng công suất phát và băng thông.

+ Nhược điểm:

- Làm cho kích thước của thiết bị di động tăng lên.
- Độ phức tạp tăng trong xử lý tín hiệu phát và thu.
- Nhiều đồng kênh: do sử dụng nhiều anten truyền dữ liệu với cùng một băng tần.
- Nhiều liên kênh: do nhiều người dùng sử dụng cùng hệ thống MIMO.

### 3.2.2.1. Mô hình hệ thống MIMO (Multiple Input Multiple Output)

Hệ thống MIMO (Multiple Input Multiple Output) là hệ thống thông tin đa đầu vào và đa đầu ra. Trong lĩnh vực truyền thông thì kỹ thuật MIMO là sử dụng nhiều anten phát và nhiều anten thu để truyền dữ liệu. Kỹ thuật này tận dụng sự phân tập – sự đa dạng hóa (không gian, thời gian, mã hóa ...) giúp cho hệ thống nâng cao được chất lượng tín hiệu và tốc độ truyền dữ liệu. Tuy nhiên kỹ thuật này không giống với OFDM, mà nó phát đồng thời và cùng tần số.



**Hình 2.20:** Mô hình hệ thống MIMO MxN

Trong hệ thống này:

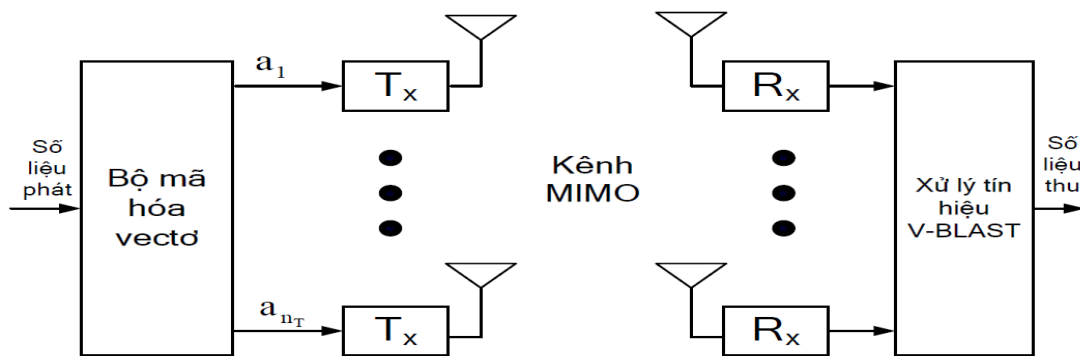
- Ở phía phát: chuỗi tín hiệu đầu vào  $\{b_k\}$  được mã hóa theo cả 2 miền không gian (theo hướng các anten phát) và thời gian nhờ bộ mã hóa không gian thời gian (STE: Space – Time Encoder). Các tín hiệu  $s_k$  ( $k=1/N$ ) sau khi qua bộ mã hóa không gian và thời gian được phát đi nhờ sử dụng phân tập phát của các anten phát (anten 1 đến anten N). Phân tập phát là sử

dùng 2 hay nhiều anten để truyền 1 tín hiệu và dùng phương pháp mã hóa không gian thời gian để mã hóa cho hệ thống phân tập phát.

- Các kênh tổng hợp giữa máy phát (Tx) và máy thu (Rx) có N đầu vào và M đầu ra và vì vậy được gọi là kênh MIMO  $M \times N$ .

- Ở phía thu: các máy thu sử dụng phân tập thu nhờ các anten thu (anten 1 đến anten M). Phân tập thu là sử dụng 2 hay nhiều anten để thu nhận tín hiệu để nhận 1 tín hiệu phát. Ở máy thu những tín hiệu khác nhau được bắt (pick up) bởi các anten độc lập và các dây chuyền thiết bị thu độc lập. (Kỹ thuật LTE được gửi đồng thời trên cùng tần số nhưng thông qua các anten khác nhau). Sau đó được đưa đến bộ giải mã hóa không gian thời gian (STD: Space – Time Decoder)

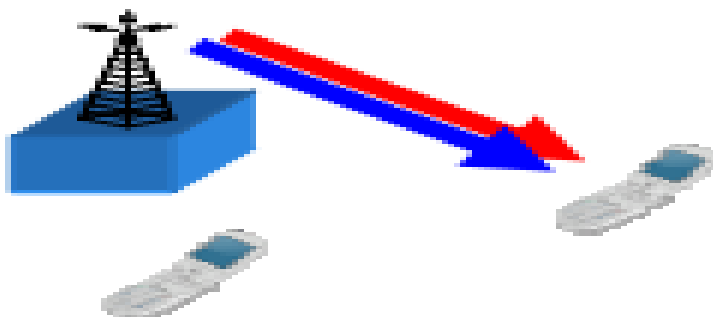
Ghép kênh không gian V-BLAST (Vertical Bell labs layered space – time)



**Hình 2.21:** Ghép kênh không gian V-BLAST

Hệ thống này ở phía phát các tín hiệu truyền được sắp xếp theo chiều dọc (vertically) cho từng anten phát. Luồng data truyền sau khi được mã hóa và điều chế được chia thành các  $n_T$  chuỗi symbols nhỏ, mỗi anten sẽ truyền đồng thời 1 chuỗi symbols khác nhau của tín hiệu. Do đó tốc độ dữ liệu tăng lên  $n_T$  lần ( $n_T$  là số anten phát). Còn ở phía thu: các anten thu, tín hiệu chồng chập của nhiều anten phát khác nhau sẽ được xử lý bởi bộ giải mã xử lý tín hiệu V-BLAST để lấy ra tín hiệu thu với mức lớn nhất.

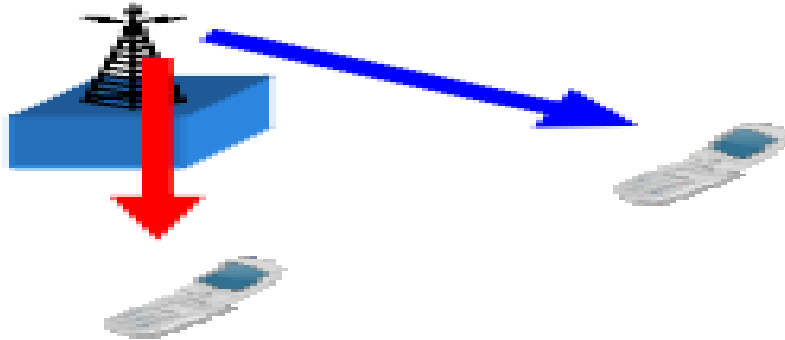
### 3.2.2.2. Hệ thống Single user MIMO (SU-MIMO)



### Hình 2.22: Hệ thống Single user MIMO

Hệ thống Single user MIMO là hệ thống MIMO đơn người dùng hay là MIMO điểm – điểm. Hệ thống này có hai dòng dữ liệu được mã hóa để phù hợp với kênh truyền và có dung lượng cell tăng và tốc độ dữ liệu tăng.

### 3.2.2.3. Hệ thống Multi User MIMO (MU – MIMO)



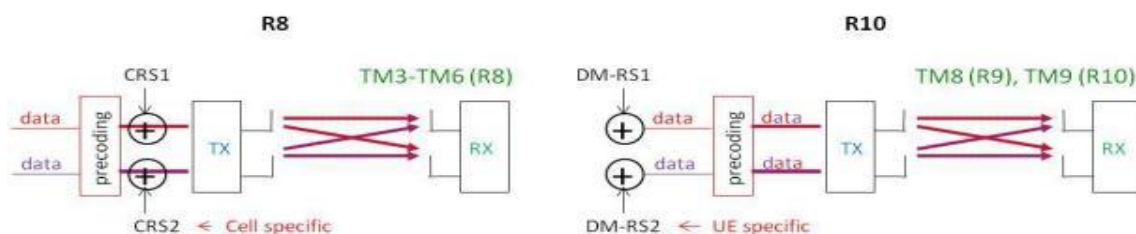
Hình 2.23: Hệ thống Multi User MIMO

Hệ thống Multi User MIMO là hệ thống MIMO đa người dùng. Nó cho phép một điểm truy cập sử dụng nhiều anten để truyền tín hiệu đến nhiều thiết bị đầu cuối hoặc nhiều người dùng khác nhau cùng lúc trên cùng một băng tần. Do vậy các thiết bị sẽ không phải chờ đợi đến lượt mình như ở SU – MIMO, từ đó độ trễ sẽ được giảm xuống đáng kể, tốc độ dữ liệu không đổi và dung lượng cell tăng.

Hệ thống MU-MIMO có thể chia thành hai loại kênh:

- +Kênh MIMO quảng bá (MIMO Broadcast Channel hay MIMO BC) cho đường xuống.
- +Kênh MIMO đa truy nhập (MIMO Multiple Access Channel hay MIMO MAC) cho đường lên.

### 3.2.2.4. Sự khác nhau ở bộ thu nhận trong LTE và LTE-Advanced



Hình 2.24: Sự khác nhau ở bộ thu nhận trong LTE và LTE-Advanced

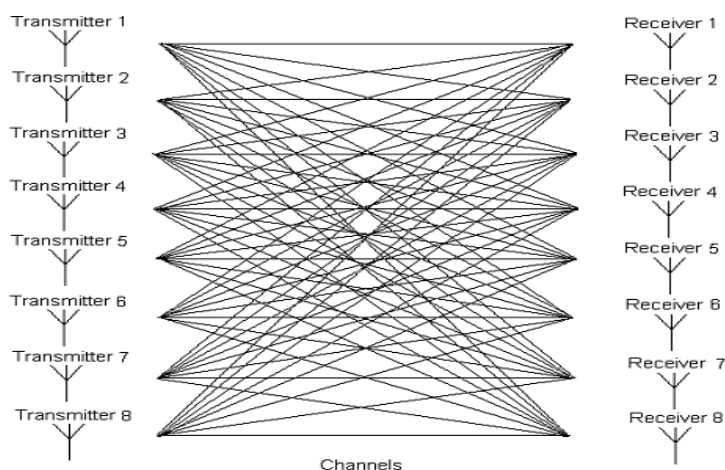
Trong kỹ thuật đa anten cải tiến thì precoding là mã được sử dụng để phân loại đánh dấu các điều chế khác nhau cho mỗi anten khác nhau.

- + Ở Release 8 (công nghệ của LTE) thì tín hiệu CRS (Cell-specific Reference Signal) được thêm vào sau khi đi qua bộ precoding. Từ việc nhận được các CRS này các thiết bị sử dụng

(UE) ước tính kênh truyền thông qua các tác động của tín hiệu truyền. Các thiết bị UE sẽ giải điều chế tín hiệu dựa trên bảng mã code của precoding để tái tạo lại thông tin gửi.

+ Ở Release 10, các bộ DM-RSS (Demodulation Reference Signals) cho thêm vào tín hiệu truyền trước khi đi qua bộ precoding. Tín hiệu này sau khi được điều chế sẽ phát đi. Sau đó bên thu khi nhận được tín hiệu sẽ giải điều chế mà không cần dựa vào bảng mã code của precoding.

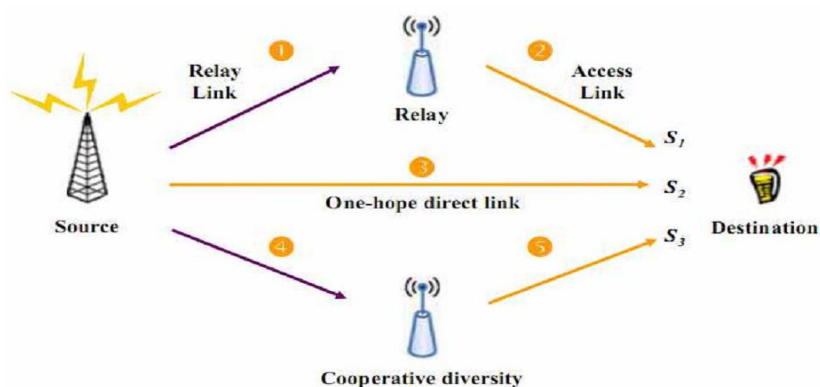
Ví dụ trong công nghệ LTE-Advanced có cấu hình MIMO 8x8.



**Hình 2.25:** Cấu hình MIMO 8x8.

Với cấu hình này, một trạm phát song MIMO 8x8 với 8 anten phát có thể gửi liên tục 8 luồng dữ liệu tới 1 điện thoại có 8 anten thu. Các luồng dữ liệu này được tiếp nhận từ các nguồn khác nhau với cường độ và thời gian khác nhau. Sau đó điện thoại mới tổng hợp lại và xử lý phân tích để chọn ra các luồng dữ liệu phù hợp và cần thiết. Do vậy, việc ghép kênh không gian có thể tăng số liệu tương ứng với số anten có thể kết nối. Nếu ở trường hợp lý tưởng thì 8 anten sẽ làm tăng tốc độ dữ liệu lên tới 8 lần.

### 3.2.3. Truyền dẫn đa điểm phối hợp



**Hình 2.26:** Hệ thống phối hợp với 2 nút chuyển tiếp.

Trong hệ thống phối hợp này có một nút nguồn phân phát một bản tin đến một số nút chuyển tiếp. Các nút này chuyển tiếp các tín hiệu đã được xử lý đến nút đích. Nút đích này kết hợp và sử dụng phân tập tín hiệu thu được từ nút nguồn và các nút chuyển tiếp để nhận được tín hiệu thu. Hệ thống này có những đặc điểm nổi trội như:

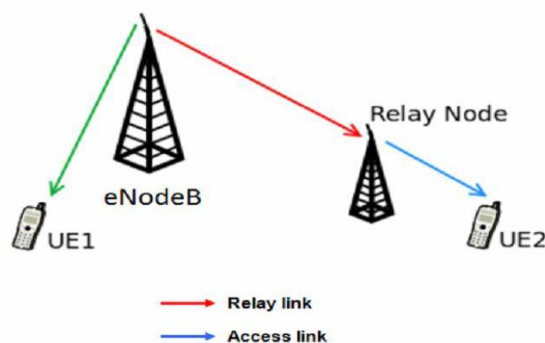
- Tăng hiệu quả sử dụng mạng: có thể tận dụng tối ưu tài nguyên của các trạm thu phát đó bằng việc cung cấp kết nối tới nhiều trạm cùng lúc.
- Giảm nhiễu: giúp cải thiện đáng kể về tỉ lệ tín hiệu can nhiễu và tạp âm ở thiết bị đầu cuối.
- Nâng cao chất lượng thuê bao: sử dụng nhiều tế bào mạng trên 1 thuê bao sẽ giúp cho tăng khả năng thu nhận và giảm đáng kể việc mất kết nối.

### 3.2.4. Các bộ lặp và các nút chuyển tiếp

#### 3.2.4.1. Các bộ lặp.

Nếu các bộ lặp đơn giản sẽ khuếch đại và chuyển đi các tín hiệu tương tự thu được. Khi được cài đặt, các bộ lặp liên tục được phát đi tín hiệu thu được mà không quan tâm đến có thiết bị đầu cuối có trong vùng phủ sóng của nó hay không và những bộ lặp như vậy không hiển thị được với trạm gốc và thiết bị đầu cuối. Cho nên sử dụng các bộ lặp có các cấu trúc lặp cao cấp hơn như sơ đồ trong đó mạng có thể điều khiển công suất truyền của bộ lặp. Chỉ tích cực bộ lặp khi người sử dụng có mặt trong khu vực được điều khiển bởi bộ lặp giúp tăng tốc độ số liệu cung cấp trong khu vực. Các báo cáo đo đạc bổ sung từ các thiết bị đầu cuối được xem như là phương tiện hướng dẫn mạng mà trong đó các bộ lặp được bật lên. Nhưng như vậy việc điều khiển truyền dẫn thường nằm ở trạm gốc, do vậy các bộ lặp thường trong suốt từ khía cạnh di động.

#### 3.2.4.2. Các nút chuyển tiếp.



**Hình 2.27:** Kỹ thuật chuyển tiếp

Các nút chuyển tiếp để truyền và nhận dữ liệu giữa trạm thu phát gốc và thiết bị đầu cuối thông qua việc truyền dẫn nhiều chặng.

a. Có 2 loại chuyển tiếp là:

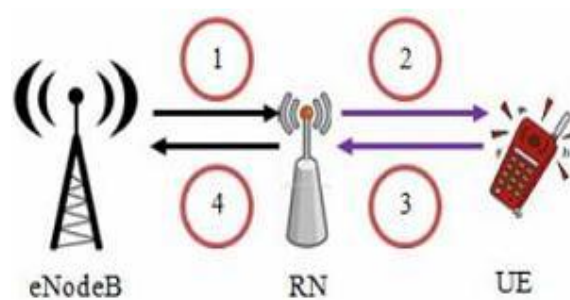
+ Thiết bị đầu cuối nằm ở xa, nằm ngoài vùng phủ sóng của eNodeB và được truy nhập tới eNodeB. Mục tiêu là để mở rộng vùng phủ tín hiệu của dịch vụ.

+ Thiết bị đầu cuối nằm ở trong vùng phủ của eNodeB và tuyến thông tin trực tiếp đến eNodeB. Việc dùng chuyển tiếp nút loại này sẽ giúp cho cải thiện được chất lượng dịch vụ, dung lượng tuyến truyền dẫn và gia tăng toàn bộ dung lượng hệ thống bằng việc tạo ra phân tập đa đường và độ lợi truyền dẫn của các UE nội hạt

b. có 2 chiến lược

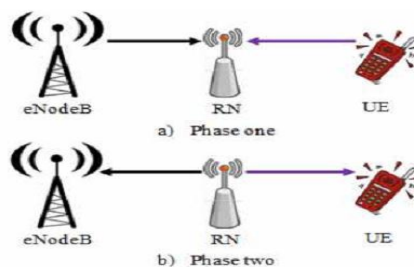
chuyển tiếp.

+ Chuyển tiếp 1 chiều



**Hình 2.28:** Chuyển tiếp 1 chiều

+ Chuyển tiếp 2 chiều



**Hình 2.29:** Chuyển tiếp 2 chiều

c. Các cơ chế

+ Khuếch đại và chuyển tiếp (AF: Amplify and Forward): nút chuyển tiếp nhận tín hiệu từ eNodeB (hay UE). Sau đó khuếch đại tín hiệu thu này và chuyển tiếp nó đến UE (hay eNodeB).

+ Giải mã hoá và chuyển tiếp (DF: Decode and Forward): nút chuyển tiếp giải mã hoá tín hiệu thu được từ eNodeB (hay UE). Sau đó nếu dữ liệu được giải mã đúng, nút chuyển tiếp sẽ thực hiện mã hoá kênh và chuyển tiếp tín hiệu mới đến UE (hay eNodeB).

d. Các cơ chế bắt cặp cho việc lựa chọn chuyển tiếp



Trong một mạng mà có nhiều nút chuyển tiếp và nhiều thiết bị đầu cuối, thì phải lựa chọn nút chuyển tiếp bắt cặp phù hợp với thiết bị đầu cuối sao cho tín hiệu ra tốt nhất. Vì vậy có 2 cơ chế:

+ Cơ chế bắt cặp tập trung.

+ Cơ chế bắt cặp phân phối.

e. Ưu điểm: với việc sử dụng các trạm chuyển tiếp sẽ có các ưu điểm như :

+ Cung cấp tốc độ dữ liệu cao, đặc biệt ở khu vực rìa cell, nơi mà có tỉ số tín hiệu trên nhiễu thấp.

+ Nâng cao chất lượng hệ thống.

+ Mở rộng vùng phủ sóng của eNodeB

+ Tối ưu được công suất tiêu thụ toàn bộ tuyến truyền dẫn.

+ Nhỏ gọn dễ lắp đặt và có giá thành thiết bị thấp hơn eNodeB.

#### **4. Kết luận chương 2**

Sau khi đi sâu vào nghiên cứu chương 2: “Nghiên cứu công nghệ trong hệ thống thông tin di động 4G” thì công nghệ 4G có nhiều ưu điểm mới so với hệ thống 1G, 2G, 3G.

Công nghệ LTE-Advanced của mạng 4G mang lại nhiều dịch vụ mới với tốc độ xử lý nhanh hơn hiệu quả hơn.

## CHƯƠNG 3

### KIẾN TRÚC CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 5G

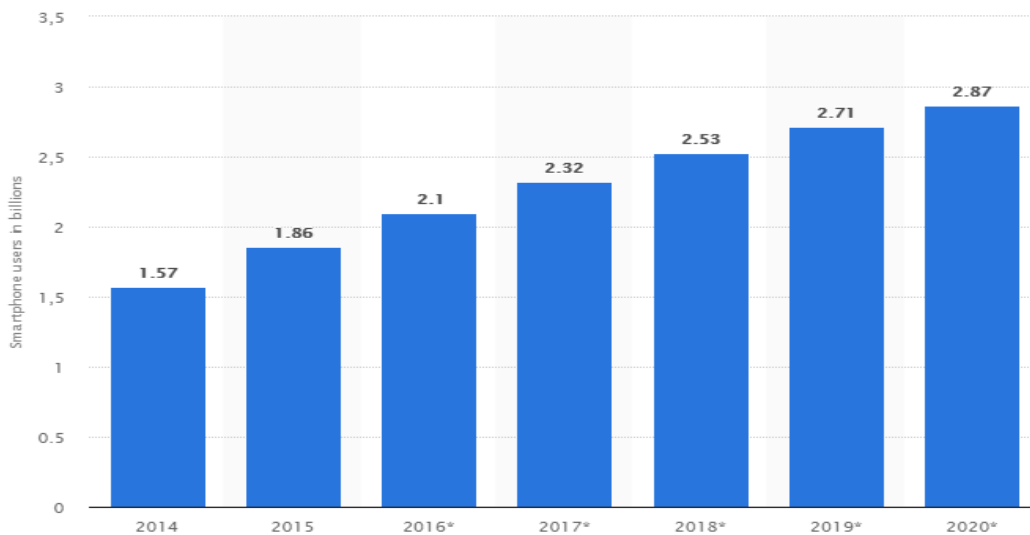
❖ **Giới thiệu chương:** Chương này sẽ đưa ra các yêu cầu tối thiểu của hệ thống thông tin di động thế hệ thứ 5 (5G) từ đó tập trung phân tích ra các nhu cầu cuối cùng của hệ thống di động 5G rồi đưa đến kết luận cho kiến trúc và các công nghệ, kỹ thuật mới của 5G.

#### 3.1. Số liệu thực tế và thách thức

##### 3.1.1. Những số liệu thực tế

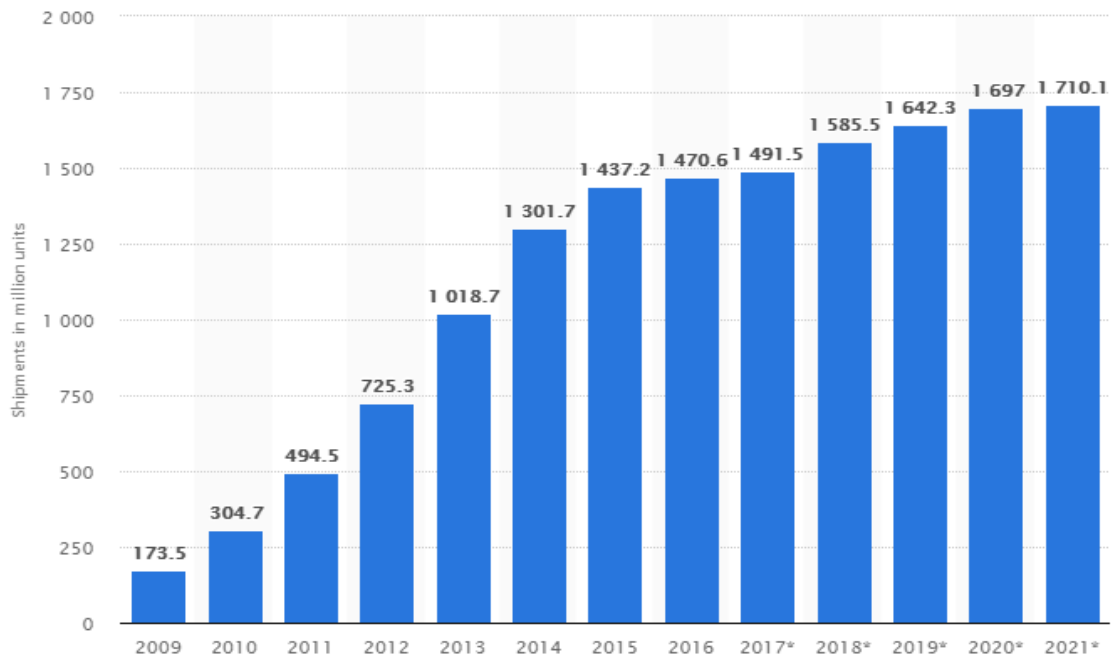
Thời điểm hiện tại, mạng 4G mới bắt đầu được đưa vào sử dụng, nhưng đến năm 2020, các nhà phân tích cho rằng, sẽ liên tục xảy ra tình trạng quá tải thông tin. Nguyên nhân, cho dù sự tăng vọt về doanh số bán hàng của các loại điện thoại thông minh (smartphone) và máy tính bảng (tablet) đồng nghĩa với khối lượng dữ liệu ngày càng lớn. Sau đây là một số thống kê mới nhất về lĩnh vực viễn thông được trích từ trang web statista.com (một chuyên trang thống kê) và Cục viễn thông Việt Nam để thấy sự tăng trưởng mạnh mẽ của lĩnh vực viễn thông.

- **Số lượng người dùng smartphone trên toàn thế giới từ 2014 đến 2020 (tính bằng tỷ):**



**Hình 3.1:** Số lượng người dùng smartphone trên toàn thế giới từ 2014 đến 2020 (tính bằng tỷ).

- **Các lô hàng điện thoại thông minh toàn cầu dự báo từ năm 2010 đến năm 2021 (triệu đơn vị) :**



**Hình 3.2:** Các lô hàng điện thoại thông minh toàn cầu dự báo từ năm 2010 đến năm 2021 (triệu đơn vị).

- Tổng băng thông kết nối internet trong nước Việt Nam năm 2017 (Mbps) <sup>[3]</sup>:



**Hình 3.3:** Tổng băng thông kết nối internet trong nước năm 2017 (Mbps).

- Tổng băng thông kết nối internet Việt Nam đi quốc tế năm 2017 (Mbps) <sup>[4]</sup>:



**Hình 3.4:** Tổng băng thông kết nối internet quốc tế năm 2017 (Mbps).

Trên đây là một số thống kê tiêu biểu cho thị trường viễn thông tính đến năm 2017 và một số dự đoán cho các năm tiếp theo.

### 3.1.2. Thách thức đối với hệ thống thông tin di động thứ 5

Từ những số liệu thực tế đã trình bày ở phần 2.1.1 có thể nhận ra rằng ngay từ khi mạng Viettel và các mạng khác triển khai hoàn tất mạng 4G hồi tháng 4 năm 2017 tại Việt Nam thì lượng dữ liệu đi quốc tế phát sinh ra rất lớn. Trong khi đó lượng người sử dụng và lượng thiết bị smartphone (chưa kể các thiết bị khác) vẫn tăng một cách đều đặn.

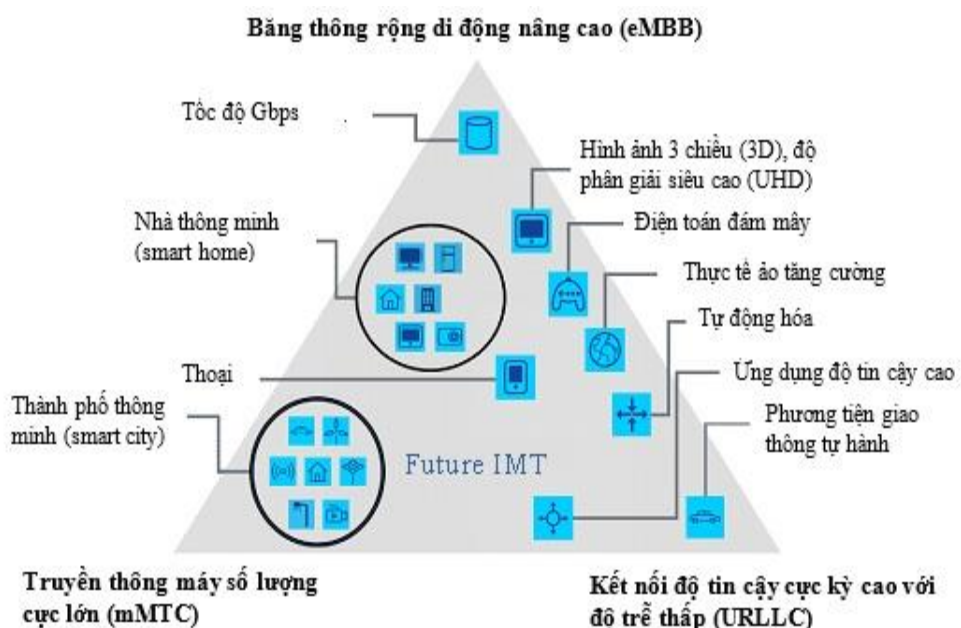
Như vậy, khi thiết bị người dùng (UE) phát triển đều như hiện tại mà dữ liệu ngày càng phát sinh ra càng nhiều, đến một lúc nào đó sẽ bị quá tải, khi đó người dùng sẽ có xu hướng chọn lưu trữ điện toán đám mây để lưu trữ các tập tin. Nếu tập tin có dung lượng lớn thì sẽ cần một khoảng thời gian rất lâu để tập tin đó upload xong, điều đó làm người dùng cảm thấy khó chịu. Đó là thách thức cho hệ thống thông tin di động tiếp theo phải được nâng cấp gấp nhiều lần so với 4G đó là khả năng tương tác linh hoạt và hỗ trợ nhiều loại thiết bị khác nhau. Ngoài những kết nối tới điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng, nó còn cung cấp thêm các liên kết tới thiết bị đeo tay, smart-watch, bộ theo dõi sức khỏe, ... Thêm vào đó, nó cũng hỗ trợ cả những tiện ích smart-home như bộ điều khiển nhiệt và nhiều loại cảm biến khác.

Tuy nhiên, khó khăn tiếp theo lại nảy sinh. Thật khó để có thể xác nhận những công nghệ nào sẽ có mặt trong 5G và dữ liệu dung lượng cần thiết để cấp cho tất cả các thiết bị. Cải thiện hiệu suất "end-to-end" cũng là một vấn đề khác khi đề cập đến 5G. Hiệu suất end-to-end được định nghĩa là khả năng duy trì các kết nối vô tuyến từ điện thoại tới máy chủ cung cấp thông tin. *Mục tiêu cuối cùng của 5G là cung cấp những kết nối liên tục cho người dùng, dù họ đang ở trong lòng đất, trên cao hay thậm chí cả ở ngoài biển đảo thì vẫn có kết nối 5G.*

### 3.2. Các yêu cầu chính cho hệ thống thông tin di động 5G

Liên minh Viễn thông quốc tế về các hệ thống thông tin di động quốc tế (ITU - International Telecommunication Union) gồm các nhà công nghiệp hàng đầu thế giới, các tổ chức xây dựng tiêu chuẩn kỹ thuật của quốc gia và khu vực, cơ quan quản lý, các nhà khai thác, các nhà sản xuất thiết bị, các học giả và viện nghiên cứu đã xây dựng xong dự thảo các yêu cầu kỹ thuật tối thiểu của hệ thống IMT-2020 (được gọi là hệ thống thông tin động thế hệ thứ 5 - 5G)

IMT-2020 sẽ có 3 nhóm ứng dụng là băng rộng di động nâng cao (Enhanced Mobile Broadband - eMBB), truyền thông thời gian trễ thấp và tin cậy cực cao (Ultra-Reliable and Low-Latency Communications - URLLC) và truyền thông máy số lượng lớn (Massive Machine Type Communications - mMTC).



**Hình 3.5:** Các nhóm ứng dụng 5G (theo ITU).

eMBB sẽ cung cấp dữ liệu tốc độ cực cao, tốc độ đường xuống là 10Gbps gấp 100 tốc độ sóng mang đơn của mạng LTE. Sử dụng các kỹ thuật tiên tiến như băng thông rộng hơn (2GHz), tần số mới ở băng tần cao (sóng milimet) và sử dụng kết hợp băng tần cấp phép.

URLLC được sử dụng để xây dựng thành phố thông minh, kết nối giao tiếp giữa đèn giao thông, ô tô tự động và đường cao tốc để điều khiển giao thông. Trong môi trường này, mật độ nút, tiêu thụ năng lượng và chi phí là yêu cầu cực kỳ quan trọng.

Cuối cùng là mMTC, hai yêu cầu của kết nối không dây là độ trễ và độ tin cậy. Thử tưởng tượng việc bác sỹ thực hiện phẫu thuật từ xa bằng robot kết nối qua không dây, khi đó độ tin cậy của đường truyền chính là sự thành công của ca phẫu thuật.

Nhóm nghiên cứu 5D (Working Party 5D) của ITU-R vừa kết thúc cuộc họp đầu tiên tại Bắc Kinh, Trung Quốc. Một trong những nhiệm vụ chính của nhóm là xây dựng tiêu chuẩn IMT-2020 (5G) dựa trên các đóng góp của các cơ quan quản lý, nhà mạng, hãng sản xuất thiết bị, và các tổ chức tiêu chuẩn của quốc gia và khu vực.

Sau cuộc họp, ngày 23 tháng 2 năm 2017 ITU-R đã ra văn bản công bố **Các yêu cầu tối thiểu liên quan đến hiệu suất kỹ thuật cho giao diện vô tuyến IMT-2020 (s)**, được tóm tắt các vấn đề cơ bản như sau:

- ✓ Tốc độ dữ liệu đỉnh đường xuống là 20 Gbps và đường lên là 10 Gbps.
- ✓ Hiệu suất sử dụng phổ tần đỉnh đường xuống là 30 bit/s/Hz và đường lên là 15 bit/s/Hz.
- ✓ Tốc độ dữ liệu người dùng trải nghiệm đường xuống là 100 Mbps và đường lên là 50 Mbps.
- ✓ Lưu lượng đường xuống theo vùng 10Mb/s/m<sup>2</sup> đối với Hotspot trong nhà.
- ✓ Độ trễ trên giao diện người dùng là 4 mili giây (ms) cho ứng dụng eMBB và 1 ms cho ứng dụng URLLC, độ trễ trên giao diện điều khiển là 20 ms.
- ✓ Mật độ kết nối: 1 triệu thiết bị / km<sup>2</sup>.
- ✓ Băng thông tối thiểu là 100 MHz và cho phép hỗ trợ băng thông lên đến 1 GHz khi hoạt động ở băng tần trên 6 GHz.
- ✓ Tốc độ di chuyển tối đa của thuê bao là 500 km/h.

Ngoài ra còn có các yêu cầu khác để đánh giá đạt tiêu chuẩn công nghệ IMT-2020 trong các vấn đề sử dụng khác nhau như: Hiệu quả sử dụng năng lượng, độ tin cậy, thời gian gián đoạn khi di động, tổng lưu lượng vùng.

Có thể tóm tắt các yêu cầu kỹ thuật đối với 5G trên vào trong 5 điều kiện cũng như các yêu cầu chính cho hệ thống thông tin di động 5G như sau:

➤ **Quan điểm người sử dụng: "Tốc độ siêu cao và độ trễ thấp".**

- Đạt được tốc độ truyền dữ liệu nhanh gấp 1000 lần so với LTE, độ trễ cực thấp thời gian ít hơn một vài phần nghìn giây và thực hiện quan điểm: "Kết nối Massive".
- Có thể chứa hơn 1000 thiết bị và lưu lượng truy cập và an toàn liên mạch kết nối (kết nối bất cứ lúc nào, bất cứ nơi nào, bất cứ ai, bất cứ điều gì).

➤ **Kiến trúc nhận thức: "Mạng linh hoạt, thông minh".**

- Đáp ứng nhu cầu di chuyển nhanh, liên lạc phân tích dữ liệu trong thời gian thực và cung cấp dịch vụ thông minh, cá nhân hóa.

➤ **Quan điểm hoạt động: "Hoạt động tin cậy, an toàn".**

- Bảo vệ hơn 99% mạng sẵn có và độ tin cậy cũng như tự phục hồi, cấu hình lại.

➤ **Quan điểm quản lý: "Năng lượng, chi phí, hiệu quả chi phí".**

- Đạt được hiệu quả năng lượng cao hơn 50-100 lần so với LTE và cơ sở hạ tầng, thiết bị có chi phí thấp.

### **3.3. Khái niệm và Kiến trúc**

Ngay thời điểm hiện tại, các kiến trúc 5G được đề xuất từ các trang công nghệ nổi tiếng đã được đưa ra nhưng vẫn chưa được ITU công nhận. Đa phần các kiến trúc đều xét ở phương diện cơ sở hạ tầng 5G. Theo báo cáo của ITU như đã trình bày ở phần 3.2, 5G không chỉ dừng lại ở mức cơ sở hạ tầng nữa mà còn là các phương diện khác như dịch vụ kèm theo đặc biệt là IoT. Không những vậy, để đạt được IoT thì cần có một nền tảng để thực hiện dịch vụ này.

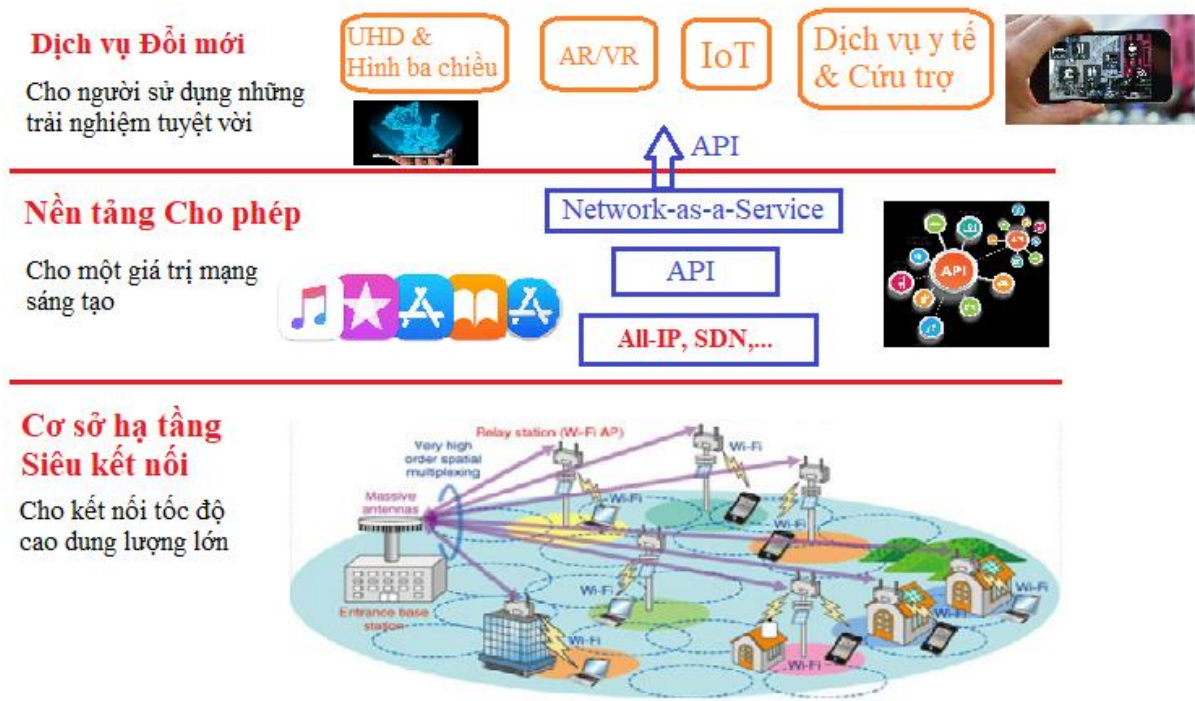
Để đạt được 5 điều kiện như đã phân tích ở phần 3.2, mục tiêu cuối cùng cũng như nhu cầu hệ thống 5G sẽ bao gồm 3 thành phần và sẽ là kiến trúc tổng quát của 5G như sau:

***1 - Các dịch vụ 5G sáng tạo.***

***2 - Nền tảng cho phép để thực hiện các dịch vụ sáng tạo.***

***3 - Cơ sở hạ tầng tốc độ siêu cao.***

Dựa trên phân tích này, hệ thống 5G sẽ bao gồm ba lớp Dịch vụ Đổi mới, Nền tảng Cho phép và Cơ sở hạ tầng Siêu kết nối trong kiến trúc mức cao như trong Hình 3.6:



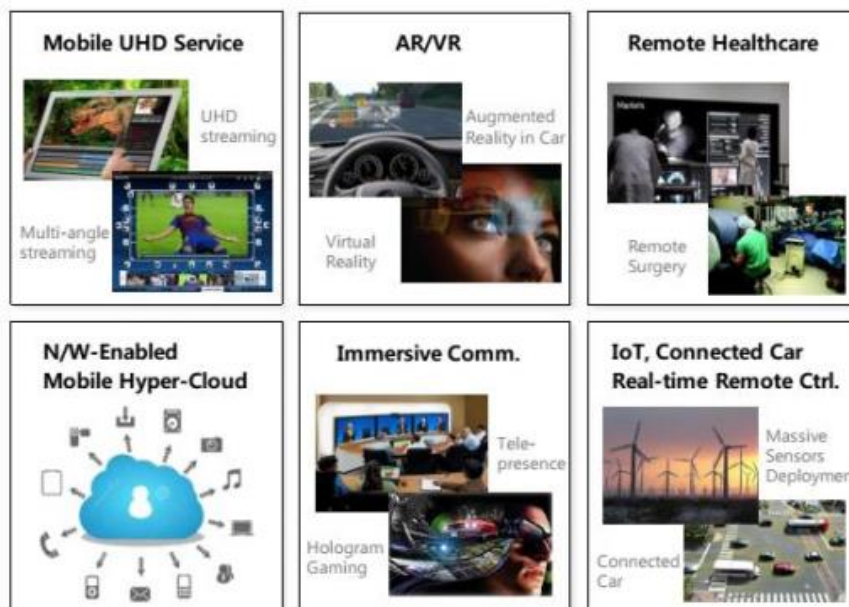
**Hình 3.6:** Cấu trúc tổng quát của hệ thống 5G

Trên lớp trên cùng là dịch vụ, đó là Dịch vụ đổi mới, đáp ứng yêu cầu 5G là cung cấp trải nghiệm người dùng mới. Bên dưới đó là Nền tảng cho phép, một nền tảng phần mềm, trên đó một loạt các chức năng mạng viễn thông phức tạp có thể được thực hiện hiệu quả và một động cơ thông minh có thể được gắn kết. Ở phía dưới là Cơ sở hạ tầng siêu kết nối là cơ sở hạ tầng phần cứng của các mạng viễn thông, đóng vai trò như một đường dẫn dữ liệu hỗ trợ kết nối tốc độ cao và siêu cao qua phủ sóng mạng kết nối mật độ cao.

### 3.3.1. Dịch vụ đổi mới

Về dịch vụ mạng, hệ thống thông tin di động 5G sẽ tách ra khỏi các thế hệ công nghệ viễn thông trước đây vì trải nghiệm của khách hàng vượt quá giới hạn thời gian và địa điểm, điều này sẽ được kích hoạt bởi việc truyền dữ liệu cực nhanh và giao diện người dùng sáng tạo. Ví dụ như tốc độ dữ liệu giga-bit sẽ có sẵn ở mọi lúc và mọi nơi trên các thiết bị đa phương tiện có độ phân giải cao bao gồm UHD và 4K, công nghệ 5G sẽ cho phép người dùng tận hưởng các dịch vụ thực tế, ví dụ như chăm sóc sức khỏe từ xa, thực tế ảo và hình ba chiều, các dịch vụ IoT (Internet of Things).





*Hình 3.7: Ví dụ về các dịch vụ 5G*

### 3.3.2. Nền tảng cho phép (Enabling Platform)

5G Enabling Platform cung cấp khuôn khổ định hướng phần mềm và giao diện dựa trên các nguyên tắc của các hệ điều hành (một số hệ điều hành phổ biến hiện nay như iOS, Android, Microsoft ...) để tạo ra giá trị khác biệt thông qua một loạt các dịch vụ sáng tạo. Một chức năng cốt lõi của 5G Enabling Platform là cung cấp nền tảng Network-as-a-Service cho phép cấu hình và có thể thay đổi được tất cả các chức năng viễn thông và dịch vụ.

Giao diện lập trình ứng dụng API (Application Programming Interface) là một giao diện mà một hệ thống máy tính hay ứng dụng cung cấp để cho phép các yêu cầu dịch vụ có thể được tạo ra từ các chương trình máy tính khác, hoặc cho phép dữ liệu có thể được trao đổi qua lại giữa chúng. Chẳng hạn, một chương trình máy tính có thể (thường hoặc bắt buộc) dùng các hàm API của hệ điều hành để xin cấp phát bộ nhớ và truy xuất tập tin. Đối với API cho 5G, vì là nền tảng cho các dịch vụ mới nên các nhà phát triển cần phát triển một hệ sinh thái API mới để hỗ trợ cho các IoT mới.

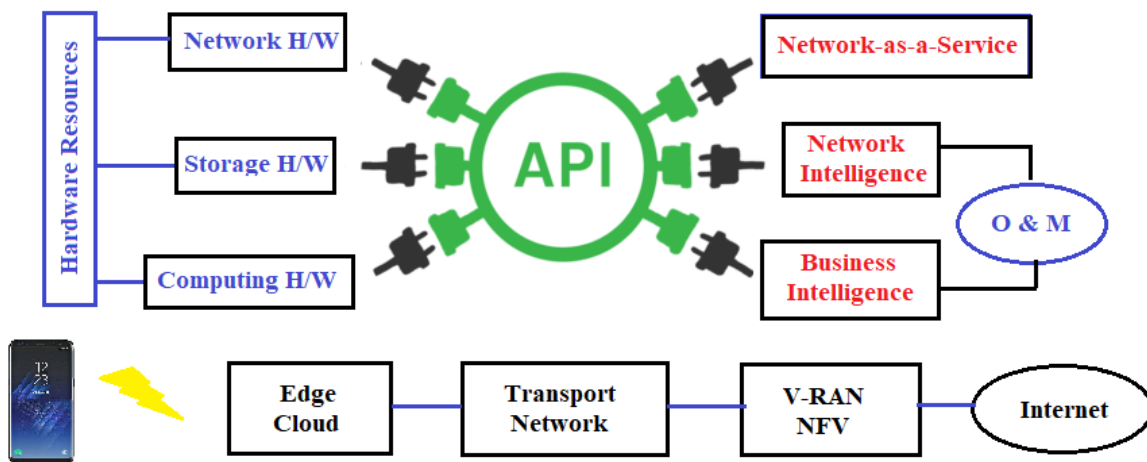
Ngoài Network-as-a-Service và API ra, nền tảng mạng là hỗ trợ đắc lực cho 5G Enabling Platform này. Cụ thể: các ứng dụng, trò chơi điện tử hay mới hơn là các dịch vụ đổi mới ngày nay đang có xu hướng kết nối người dùng lại với nhau. Các dịch vụ truyền hình tại Việt Nam đang dần chuyển qua truyền hình số hay còn gọi là truyền hình IP. Do vậy, một bức tranh tổng thể về mạng internet là các dịch vụ số - dịch vụ IP. Từ đó, nền tảng All-IP và là công nghệ All-IP sẽ là một bước tiến mạnh. Song song đó là công nghệ mạng được xác

định bởi phần mềm SDN (Software Defined Networks) sẽ là những trợ thủ đắc lực cho 5G Enabling Platform.

Đề án này đề xuất 2 công nghệ nữa để làm nền tảng cho 5G Enabling Platform đó là:

- NFV (Network Functions Virtualization) là một công nghệ để xây dựng đám mây bằng ảo hóa một phần cứng.
- Virtualized RAN: một công nghệ để tập trung và ảo hóa DU (Digital Unit) của một trạm gốc thành một đám mây dựa trên phần cứng (H/W – Hardware) tiêu chuẩn và xử lý tín hiệu RAN trong thời gian thực.

Tổng quan 5G Enabling Platform được mô tả trong hình 3.8:

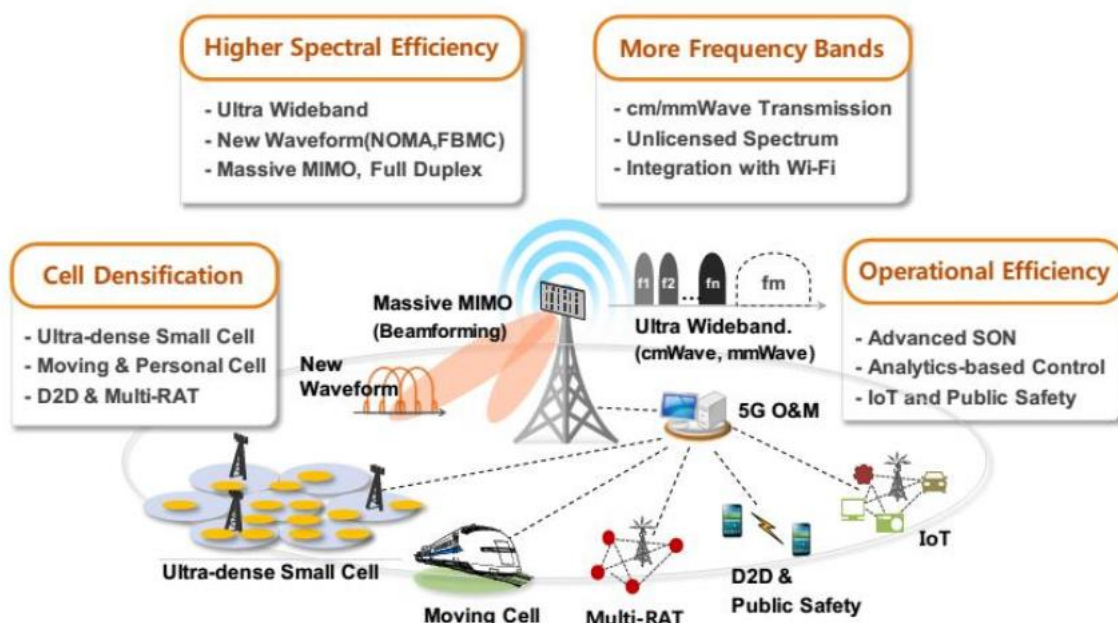


**Hình 3.8:** Nền tảng cho phép 5G dựa trên phần mềm

### 3.3.3. Cơ sở hạ tầng siêu kết nối

Để đáp ứng lưu lượng dữ liệu gấp 1000 lần so với 4G và hỗ trợ kết nối Massive, các công nghệ mạng mới đang được thảo luận là những công nghệ 5G tiềm năng nên được kết hợp để cấu hình cơ sở hạ tầng siêu kết nối. Điều này cần phát triển một loạt các công nghệ thành phần 5G để tăng phân chia cell, cải thiện hiệu quả quang phổ, mở rộng băng thông tần số và tăng hiệu quả hoạt động của mạng. Tăng cường sự phân chia cell, đặc biệt là tối đa hóa khả năng của vùng phủ thông qua các kiểu cấu tạo cell bao gồm cell nhỏ cực nhỏ, các phân tử di chuyển, thiết bị cá nhân và D2D, là những công nghệ cốt lõi để đáp ứng yêu cầu tăng 1000 lần sức chứa dữ liệu. Ngoài ra, khả năng của các hệ thống 5G có thể được tăng lên bằng cách áp dụng các công nghệ khác nhau để nâng cao hiệu suất quang phổ như điều chế mới / đa truy cập, massive MIMO và sự phối hợp nhiều sóng trong khi mở rộng băng thông ở các dải tần số cao hơn (cm / mm wave). Cuối cùng, các công nghệ đa dạng để nâng cao

hiệu quả hoạt động của mạng bao gồm Multi-RAT, SON (Self-Organizing Network) tiên tiến và IoT dựa trên nền di động sẽ giúp độ tin cậy của hệ thống mạng 5G và năng lượng.

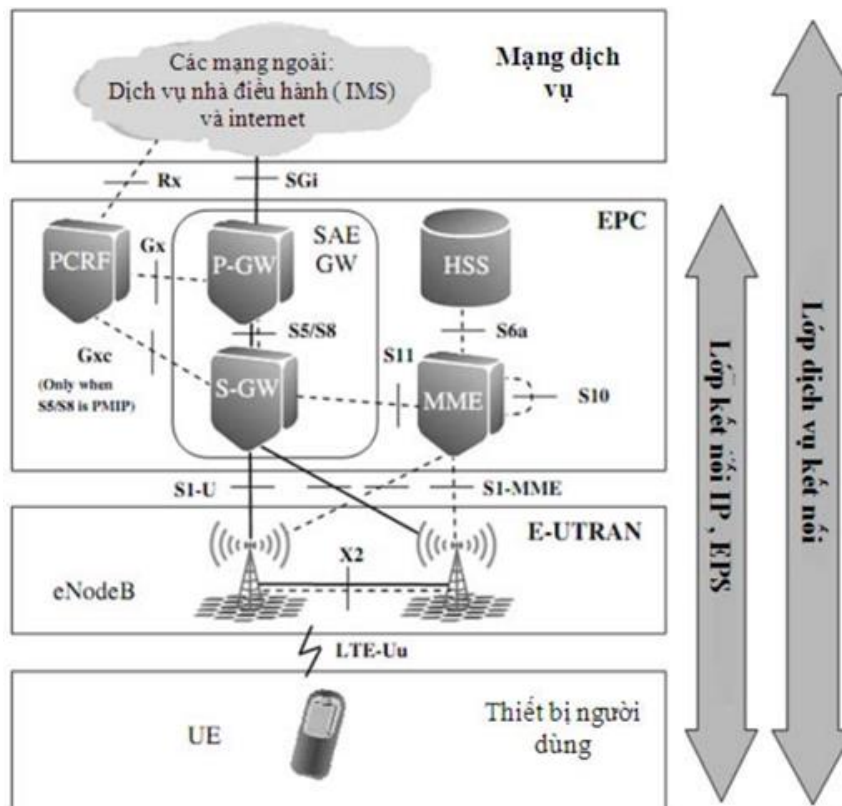


**Hình 3.9:** Cơ sở hạ tầng 5G hỗ trợ tốc độ dữ liệu cực cao và kết nối lớn

Có một điều đáng chú ý là phần tử moving cell được tách ra khỏi cell thông thường. Lấy ví dụ cụ thể để chứng minh điều này là khi UE ở trên tàu điện với vận tốc hàng trăm km/h, khi đó UE di chuyển từ cell này sang cell khác liên tục điều này làm tăng độ trễ, đi ngược với tiêu chuẩn IMT-2020 đặt ra là độ trễ trên giao diện người dùng là 4 mili giây.

### So sánh kiến trúc giữa 4G-LTE với 5G:

Mô hình kiến trúc 4G được thể hiện trong hình 3.10:



**Hình 3.10: Kiến trúc 4G**

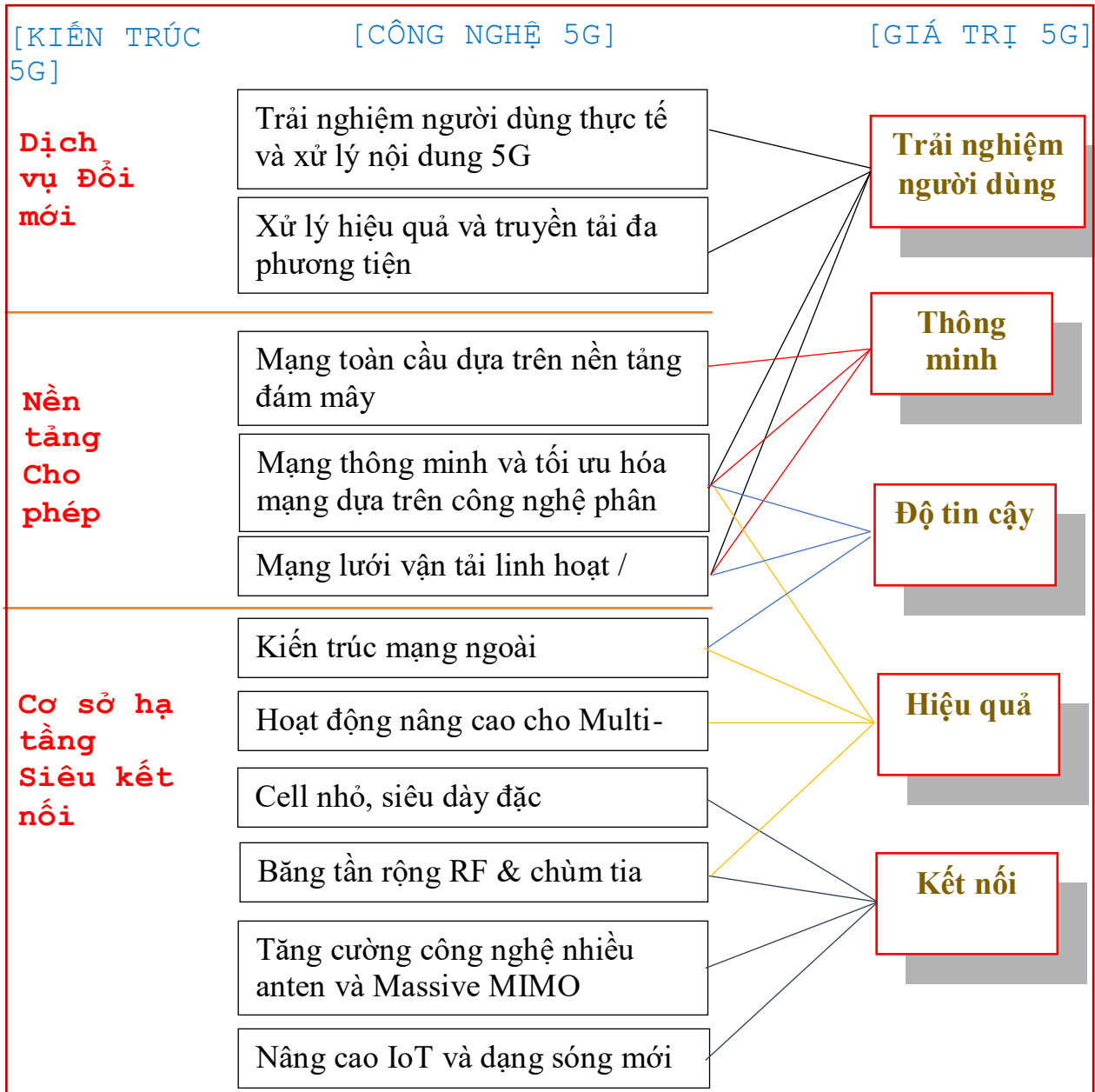
Sự khác biệt giữa mô hình tổng thể 4G với 5G (Hình 3.6) đó là Nền tảng cho phép. Trong khi 4G sử dụng các nền tảng hiện tại để hỗ trợ cho các dịch vụ thì 5G cần phải có nền tảng mới để hỗ trợ cho các dịch vụ mới.

Ngoài ra, lớp Dịch vụ đổi mới của 5G cũng là minh chứng cho sự khác biệt. Đó là các dịch vụ IoT, dịch vụ ghi nhận và truyền tải hình ba chiều, AR/VR, dịch vụ y tế từ xa... Sự nâng cấp mới mẻ và toàn diện về dịch vụ phục vụ con người. Trong khi dịch vụ 4G là sự nâng cấp tốc độ truyền tải dịch vụ.

Sự khác biệt cuối cùng là cơ sở hạ tầng của 4G và 5G. Cơ sở hạ tầng của 5G sẽ được nâng cấp từ 4G ví dụ: anten MIMO nâng cấp lên Massive MIMO. Sự thay đổi cell, dạng sóng mới, truyền thông mới (D2D, multi-RAT) ...

### 3.4. Các công nghệ cho phép

Như đã giải thích trong phần 3.3.1, Dịch vụ đổi mới, Nền tảng cho phép và Cơ sở hạ tầng siêu kết nối là ba lớp tạo thành cấu trúc cao cấp của công nghệ 5G và sẽ trở thành nền tảng để đạt được 5 giá trị lớn. Từ các chi tiết kỹ thuật của các khái niệm, kiến trúc, các tiêu chuẩn, các yêu cầu tối thiểu đề án này đưa ra tổng cộng 11 công nghệ chính được rút ra từ kiến trúc và mỗi loại được liên kết với 5 yêu cầu chính tương ứng như trong hình 3.11.



**Hình 3.11:** Các loại công nghệ chính từ kiến trúc / giá trị 5G

Đối với trải nghiệm người dùng, các công nghệ cốt lõi bao gồm xử lý nội dung và truyền dẫn đa phương tiện cho dịch vụ trải nghiệm thực tế. Các công nghệ chính liên quan đến kết nối bao gồm các cell nhỏ siêu dày đặc, tần số cao / MIMO băng rộng và các chương trình nâng cao cho hiệu quả quang phổ chủ yếu được đặt trên lớp Cơ sở hạ tầng. Các công nghệ thông minh và độ tin cậy chủ yếu dựa trên nền tảng cho phép bao gồm các công nghệ được vận hành và kiểm soát thông minh, linh hoạt bằng cách phân tích ảo hóa. Cuối cùng, các công nghệ đa dạng để nâng cao hiệu quả hoạt động trên nền tảng cho phép và lớp cơ sở hạ tầng được kết nối hiệu quả.

### **3.5. Kết luận chương 3**

Từ những số liệu thực tế và các yêu cầu kỹ thuật, chương 3 đã đề xuất kiến trúc của hệ thống 5G gồm 3 lớp: Dịch vụ đổi mới, Nền tảng cho phép và Cơ sở hạ tầng siêu kết nối ba lớp tạo thành cấu trúc cao cấp của công nghệ 5G và sẽ trở thành nền tảng để đạt được 5 giá trị lớn. Tương ứng với 5 giá trị là 11 công nghệ đã được rút ra:

- 1** - Trải nghiệm người dùng thực tế và xử lý nội dung 5G.
- 2** - Xử lý và tuyến tải đa phương tiện.
- 3** - Mạng toàn cầu dựa trên mạng đám mây.
- 4** - Mạng thông minh dựa trên công nghệ phân tích.
- 5** - Mạng lưới vận tải linh hoạt / nhanh.
- 6** - Kiến trúc mạng ngoài.
- 7** - Tăng cường hoạt động cho nhiều ô (cell).
- 8** - Ô nhỏ, siêu dày đặc.
- 9** - Băng rộng tần số cao RF và chùm tia 3D.
- 10** - Tăng cường MIMO và Massive MIMO.
- 11** - Nâng cao dịch vụ IoT và dạng sóng mới.

## CHƯƠNG 4

### CÔNG NGHỆ CHO PHÉP VÀ CÁC DỊCH VỤ 5G

#### 4.1. Các công nghệ 5G

##### 4.1.1. Trải nghiệm người dùng thực tế và xử lý nội dung 5G

- Nhận diện đối tượng / không gian: Công nghệ tiên tiến để nhanh nhận ra một loạt các vật thể xung quanh và không gian được nhập bởi máy ảnh / cảm biến của thiết bị của người dùng.

- Hiện thị thời gian thực và công nghệ hiện thị: công nghệ hiện thị để hiện thị thông tin chất lượng liên quan đến một đối tượng được ghi nhận trong thời gian thực và công nghệ hiện thị nhập vai bao gồm hiện thị trên kính hoặc không gian.

- Xử lý ảnh ba chiều thời gian thực: Công nghệ để tái tạo hình ảnh thực sự của một đối tượng 360 độ trong không gian 3D.

Công nghệ AR (Augmented Reality) hiện tại không đủ tiên tiến để cung cấp trải nghiệm nhập vai khác nhau với các nội dung thực tế cho người dùng về tốc độ mạng, hiệu suất xử lý dữ liệu của các dịch vụ 5G, thiết bị, công nghệ nhận dạng, theo dõi, vv. Nội dung AR cần được xử lý và cung cấp trong thời gian thực. Trong khía cạnh này, 5G dự kiến sẽ đáp ứng thời gian thực và băng thông cung cấp nền tảng công nghệ cho dịch vụ AR / VR khối lượng lớn, song song đó cần phải tăng cường phát triển công nghệ nhận dạng, theo dõi và hiện thị.

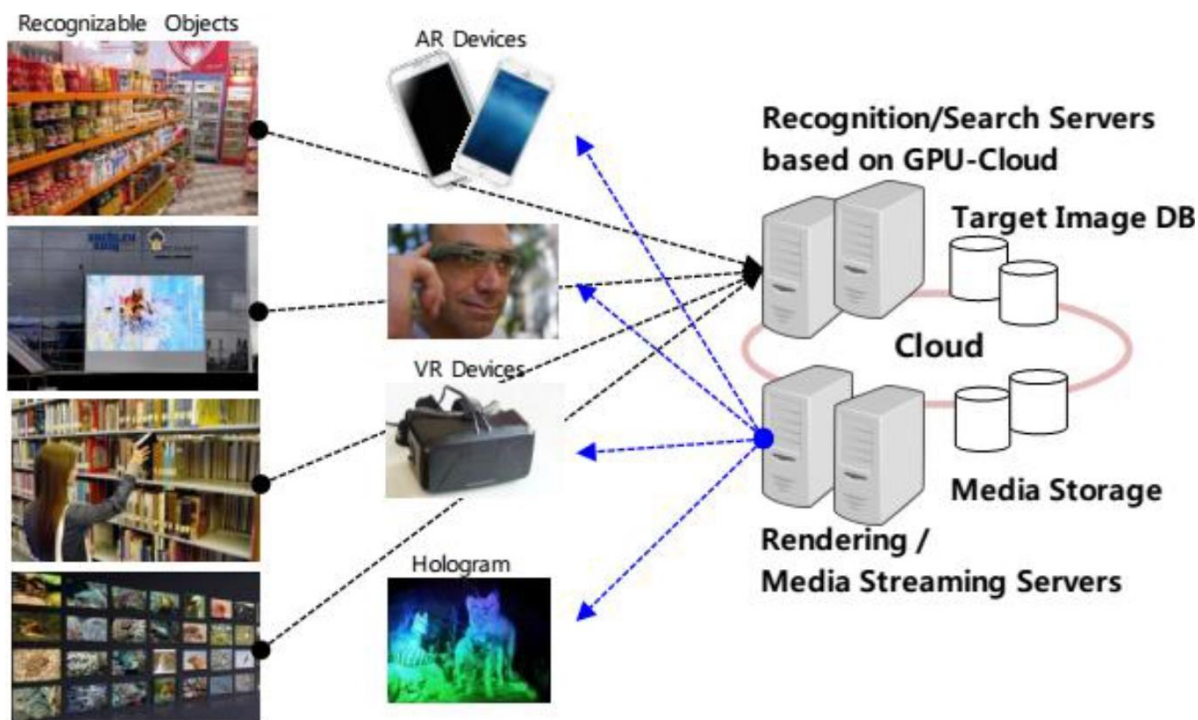
Việc xử lý AR quy mô lớn đòi hỏi công nghệ nhận dạng tiên tiến để nhận diện tất cả các đối tượng và thông tin bao gồm hình ảnh 2D, vật thể 3D ở các dạng khác nhau, không gian 3D, khuôn mặt người dùng, biểu hiện và giọng nói được nhập từ cảm biến mà không bị hạn chế. Công nghệ hiện tại đã nhận ra các đối tượng khác nhau thông qua các thuật toán khác nhau do các tính năng độc đáo của mỗi đối tượng, điển hình và mới nhất là công nghệ bảo mật Face ID trên iPhone X của Apple. Tuy nhiên, đó chỉ là khuôn mặt con người, còn rất nhiều vật khác nữa và yêu cầu công nghệ nhận dạng phải hoạt động chính xác như cảm giác của con người.

Ngoài ra, dịch vụ này đòi hỏi một công nghệ cho phép phân phối, xử lý song song dữ liệu khối lượng lớn được ghi nhận trong môi trường lưu trữ đám mây, hệ thống video và các công nghệ tối ưu hóa khối lượng lớn dữ liệu để chạy một loạt các thuật toán nhận dạng.

Trong khi máy ảnh trên thiết bị hiện là công cụ nhập hình ảnh chính, các thiết bị gắn kết với các cảm biến khác như máy ảnh Lytro và cảm biến độ sâu 3D, giúp dễ dàng thu thập thông tin chiều sâu 3D từ một vật thể và không gian. Trên thực tế, các công ty bao gồm Google, Intel và Apple đã phát triển cảm biến độ sâu 3D và các thiết bị hỗ trợ, và khi số lượng các thiết bị này tăng lên, thì các dịch vụ dựa trên AR / VR cũng sẽ tăng lên nhanh chóng. Tiếp tục cải tiến sức mạnh tính toán sẽ dẫn đến các chức năng phức tạp hơn bao gồm việc xử lý trước các nội dung dữ liệu khối lượng lớn, theo dõi thời gian thực đối tượng, xử lý và hiển thị hình ảnh, truyền thông tin hình ảnh đến máy chủ và hiển thị thông tin đến từ một máy chủ.

Đặc biệt, phải có một công nghệ để truyền tải chính xác các phương tiện và thông tin chất lượng cao như (U)HD Audio / Video và 3D sang luồng video theo kết quả theo dõi thiết bị, thông tin cảm biến, chuyển đổi và truyền video trong thời gian thực ở định dạng phù hợp để hiển thị trên mỗi thiết bị.

Chụp ảnh toàn cảnh, một công nghệ khác được mong đợi nhiều để cung cấp trải nghiệm người dùng mới, đòi hỏi phải truyền dữ liệu siêu cao. Do đó, 5G cần một công nghệ xử lý dữ liệu thời gian thực tốc độ cao trên cơ sở hạ tầng của nó và công nghệ trên hình ba chiều phải thân thiện với người dùng để tạo ra và hiển thị các hình ba chiều một cách hiệu quả.



**Hình 4.1:** Công nghệ UX thực tế và xử lý nội dung 5G



#### 4.1.2. Xử lý hiệu quả và truyền tải đa phương tiện

- Công nghệ MMT (MPEG Media Transport): Công nghệ xử lý hình ảnh kỹ thuật số tiêu chuẩn được định nghĩa bởi MPEG để giảm thiểu độ trễ trong truyền dẫn truyền qua mạng All-IP.

- Mã hóa đa phương tiện hiệu quả cao: Các công nghệ mã hóa đa phương tiện, ví dụ MVC (Multi-view Video Encoding), để tạo hiệu quả truyền tải nội dung đa phương tiện 3D, video 3D.

- Điện toán đám mây, bộ nhớ đệm: Công nghệ phân bổ động, sắp xếp tài nguyên đám mây và bộ nhớ đệm để xử lý đa phương tiện thực tế khối lượng cao.

Trong khi các công nghệ truyền tải đa phương tiện hiện nay tạo ra độ trễ dài hơn vài chục giây thậm chí so với phát sóng mặt đất, công nghệ mạng trong thời đại 5G sẽ có thể cung cấp dịch vụ True UHD (TRHD) thời gian thực, nội dung như UHD (Ultra High Definition) có thể được truyền trong thời gian thực mà không có độ trễ. Để đạt được các dịch vụ streaming liền mạch với đa phương tiện thực tế có dung lượng lớn, việc phát triển một giao thức truyền thông đa phương tiện mới và tối ưu hóa công nghệ truyền dữ liệu có dây / không dây phải thực hiện trước tiên.

Để đạt được điều này, độ trễ trong việc truyền tải nội dung đa phương tiện cần được giảm thiểu, tốc độ truyền dữ liệu trong mạng và hiệu quả sử dụng tài nguyên cần được tối đa hóa, với sự hỗ trợ của giao thức streaming MMT (MPEG Media Transport) và công nghệ Edge Multicast để truyền thông nhóm hiệu quả. Hiệu suất hoạt động mạng cần được cải tiến thông qua việc ảo hóa CDN (*Content Distribution Network*) và phân phối dịch vụ tối ưu.

Dịch vụ hiển thị siêu đa điểm, được đề cập nhiều như một ví dụ về dịch vụ thực tế 5G, cho phép người dùng xem video theo góc độ người đó muốn. Dịch vụ này đòi hỏi các công nghệ như:

- 1) Phương pháp mã hóa để tích hợp nhiều hình ảnh có độ phân giải cao được ghi lại từ các góc nhìn khác nhau vào một luồng đơn.

- 2) Kỹ thuật truyền và lưu trữ dữ liệu khối lượng lớn vào máy chủ đám mây trong thời gian thực.

- 3) Kỹ thuật để tạo một hình ảnh động trực tuyến sử dụng thông tin từ một điểm người dùng muốn xem.

Dịch vụ hiển thị đa truy cập trên thực tế có thể được triển khai một cách hạn chế ngay cả với các hệ thống 4G hiện tại và mạng có dây, nhưng với hệ thống mạng 5G, hình ảnh thực tế chất lượng cao sẽ có sẵn trong thời gian thực dựa trên cơ sở hạ tầng 5G hỗ trợ truyền dữ liệu tốc độ cao và khối lượng lớn.

Ở đây, kỹ thuật mã hóa bao gồm MVC (Mã hóa Đa Video) và Mã hóa Video số MPEG 3D là rất quan trọng để giảm thiểu các thông tin trùng lặp bằng cách ràng buộc các dòng ảnh đa chiều vào một luồng duy nhất.

Ví dụ về các kỹ thuật như vậy sẽ là:

1) Công nghệ xử lý dữ liệu hình ảnh để tạo ra hiệu quả hình ảnh 3D sử dụng nhiều hình ảnh 2D, thông tin độ sâu và siêu dữ liệu.

2) Công nghệ xử lý dữ liệu ảnh số lượng lớn (ví dụ, tạo ra một hình ảnh 360 độ từ hình ảnh các luồng được ghi lại từ nhiều chế độ xem) thường không được hỗ trợ bởi các thiết bị.

3) Các công nghệ bao gồm NFV, SDN để hỗ trợ vận hành mạng đám mây một cách năng động, linh hoạt và có thể mở rộng.

#### **4.1.3. Mạng toàn cầu dựa trên nền tảng đám mây**

Điều này có thể được thực hiện trên nền tảng kỹ thuật NFV (ảo hóa mạng) / SDN (mạng phần mềm xác định).

- Hoạt động mạng lõi ảo dựa trên NFV: Một công nghệ để xây dựng điện toán đám mây bằng cách ảo hóa một phần cứng tiêu chuẩn và vận hành một loạt các chức năng mạng / dịch vụ trên mạng dựa trên phần mềm.

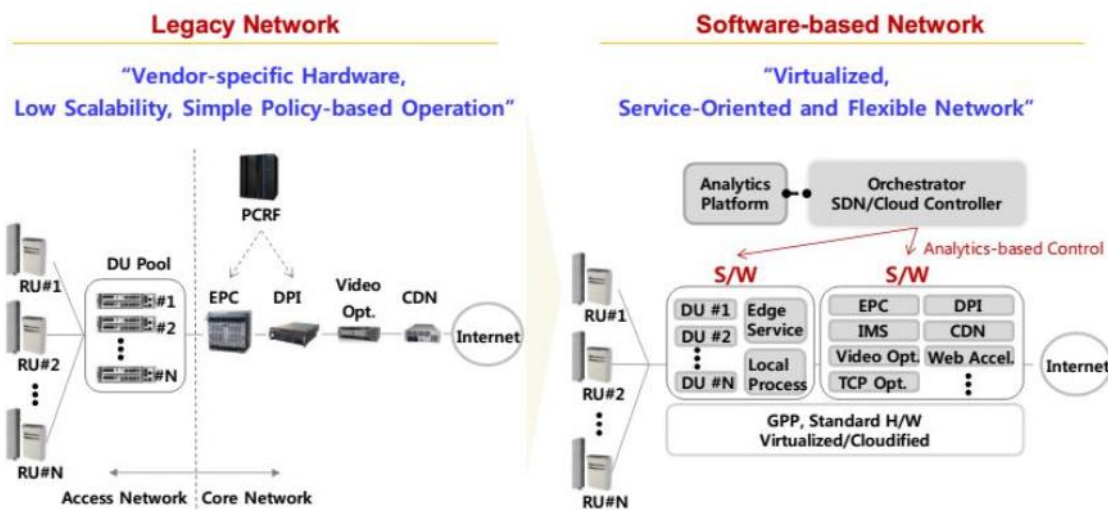
- Virtualized RAN: Một công nghệ để tập trung và ảo hóa DU (Digital Unit) của một trạm gốc thành một đám mây dựa trên phần cứng tiêu chuẩn và xử lý tín hiệu RAN trong thời gian thực.

- SDN và phối hợp: Quản lý hiệu quả và quản lý vòng đời của các dịch vụ mạng dựa trên phần mềm từ một nhà cung cấp dịch vụ mạng tập trung và thống nhất.

Ngoài ra, kiến trúc mạng 5G dự kiến sẽ trở nên phẳng để đáp ứng các yêu cầu về sự linh hoạt, khả năng mở rộng, xử lý lưu lượng hiệu quả và độ trễ mức milisecond vv. Kiến trúc như vậy sẽ cần Edge Cloud dưới dạng Micro Data Center và các chức năng và dịch vụ mạng được phân phối cho Edge Cloud sẽ được quản lý hiệu quả bởi phương pháp dàn xếp

tích hợp đầu cuối. Trong hội tụ với các dữ liệu lớn và các công nghệ phân tích, orchestration sẽ cung cấp cơ sở cho các dịch vụ NI (Network Intelligence) / BI (Business Intelligence).

\* **Orchestration** là sắp xếp tự động, điều phối và quản lý hệ thống máy tính và dịch vụ. Orchestration thường được thảo luận là có trí thông minh vốn có hoặc thậm chí kiểm soát tự trị ngầm, nhưng đó là những khát vọng hoặc những vấn đề trừu tượng chứ không phải là những mô tả về kỹ thuật. Trong thực tế, sự phối hợp chủ yếu là ảnh hưởng của tự động hóa hoặc các hệ thống triển khai các yếu tố lý thuyết điều khiển.



**Hình 4.2:** Sự phát triển của mạng lưới phần mềm dựa trên NFV / SDN

#### 4.1.4. Mạng thông minh và tối ưu hóa mạng dựa trên những phân tích

- **Phân tích dữ liệu:** Một công nghệ để cung cấp cái nhìn sâu sắc về một hiện tượng hoặc dữ liệu cụ thể bằng cách so sánh nhanh chóng trong không gian đa chiều, phân tích và suy diễn lượng lớn dữ liệu đa chiều / không có cấu trúc.
- **Mạng lưới thông tin và phân tích:** Một công nghệ để tối ưu hóa hoạt động và hiệu suất của các mạng sử dụng thông tin về hiệu suất, nhật ký, lưu lượng vv được thu thập từ các thiết bị mạng khác nhau.
- **SON (Mạng tự tổ chức) dựa trên phân tích:** Một công nghệ hoạt động mạng để tự động phát hiện sự bất thường, tối ưu hóa và thực hiện các biện pháp cần thiết bằng cách phân tích dữ liệu lớn được tạo ra từ mạng không dây trong thời gian thực.

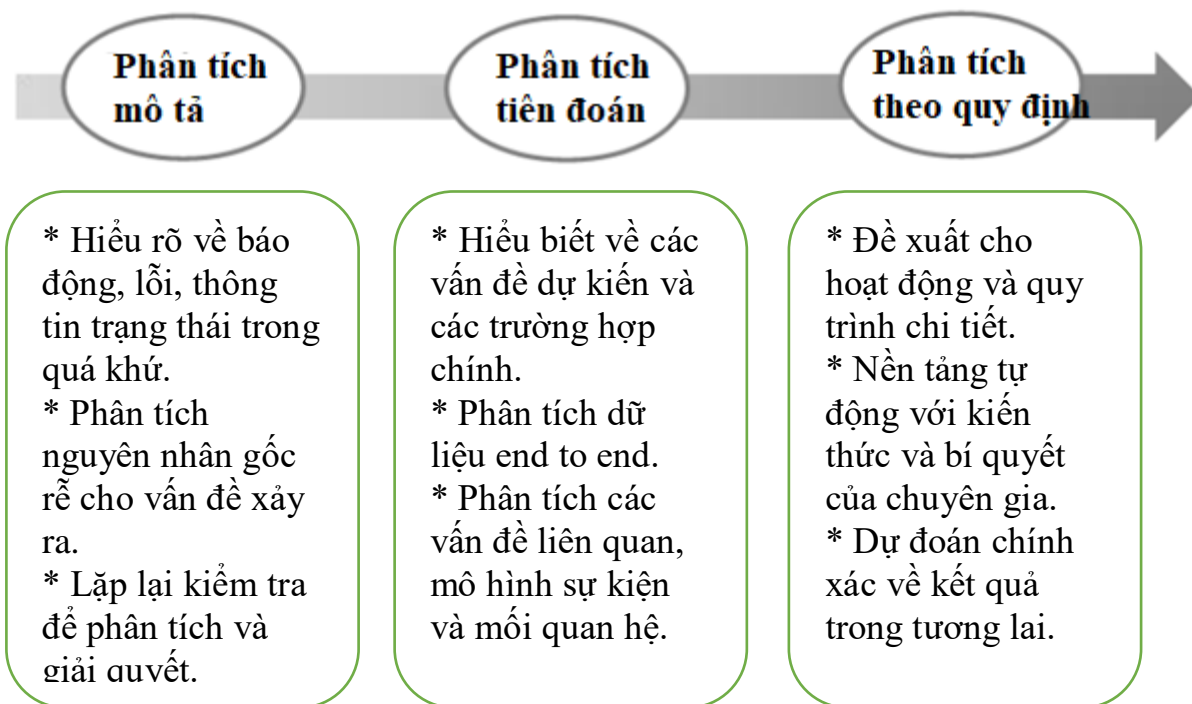
Gần đây các mạng viễn thông đã trở nên thông minh và hội tụ với các công nghệ như công nghệ phân tích, dữ liệu lớn với tốc độ nhanh hơn, và các xu hướng như vậy sẽ tiếp tục trong các hệ thống mạng 5G. Do đó, sẽ có thể tối ưu hóa việc quản lý mạng tổng thể bao

gồm hoạt động, hiệu năng và bảo mật bằng phân tích thời gian thực dữ liệu thu thập được từ mạng, người dùng và các đối tượng khác.

Từ phân tích dữ liệu dựa trên OAM (Operation and Management) trước đó, phương pháp phân tích dữ liệu đã phát triển thành "phân tích dữ liệu lớn" sử dụng nhật ký hệ thống và dữ liệu thu thập được từ thiết bị cùng với chẩn đoán chính xác nguyên nhân, hoạt động, điều hành, quản lý và duy trì bất kỳ hệ thống nào, hiện nay công nghệ đang chuyển sang mô hình phân tích dữ liệu nhanh để phân tích trong thời gian thực.

SON và ITM (Quản lý Lưu lượng Thông minh) sẽ là ví dụ điển hình. Các công nghệ này sẽ phát triển để phục hồi lỗi và dự đoán lỗi tự động cũng như kiểm tra và tối ưu hóa các hệ thống 5G và cung cấp cho người dùng dịch vụ tối ưu trong môi trường mạng phức tạp thông qua quản lý lưu lượng và tối ưu hóa đường dẫn.

Với nhu cầu ngày càng tăng về các dịch vụ cá nhân, công nghệ nhận diện trí tuệ thời gian thực trở nên quan trọng hơn bởi nó sẽ cung cấp thông tin cá nhân bằng cách nhận diện môi trường xung quanh bao gồm mặt, đối tượng, cuộc trò chuyện, âm thanh với công nghệ Context-Aware và suy diễn chính xác nhu cầu của người dùng. Ngoài ra, các công nghệ như dịch vụ orchestration và API mở sẽ mở ra cánh cửa mới cho nền tảng và hệ sinh thái cho phép phát triển các dịch vụ mở, hợp tác và tự động hoá.



**Hình 4.3:** Sự phát triển của phân tích số liệu cho mạng viễn thông

#### 4.1.5. Mạng lưới vận tải linh hoạt / nhanh

- POTN (mạng truyền tải quang Packet): Giao thông quang học All-IP

- Truyền tải SDN: Công nghệ mạng tích hợp để sử dụng hiệu quả và tự động kiểm soát các tài nguyên mạng trong các môi trường mạng đa lớp, nhiều nhà cung cấp, đa miền.

Để xử lý lưu lượng dữ liệu khối lượng lớn ở 5G, mạng lưới truyền dẫn cần được cải thiện đáng kể công suất thông qua "công nghệ truyền dẫn quang tiếp theo ở tốc độ 100Gbps" và mạng lưới truyền tải 5G có thể được xây dựng bằng cách tăng cường công nghệ OFDMA quang học.

Mạng All IP (AIPN) có thể xem là chìa khóa để xây dựng và đưa hệ thống 5G đi vào thực tế. Kiến trúc mạng IP phẳng có thể đáp ứng được nhu cầu ngày càng cao của người sử dụng trong việc truyền nhận dữ liệu đảm bảo thời gian thực.

Mạng All IP (AIPN) được phát triển từ hệ thống 3GPP nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng của thị trường viễn thông. Để đáp ứng nhu cầu của khách hàng đối với những ứng dụng thời gian thực trên hệ thống mạng di động băng thông rộng, các nhà cung cấp dịch vụ mạng không dây đang dần chuyển qua sử dụng kiến trúc mạng IP phẳng. IP phẳng loại bỏ việc phân cấp trên mạng, thay vì xếp chồng các dữ liệu trong mạng, kiến trúc dữ liệu được đơn giản hóa và chia nhỏ để có thể thực hiện việc loại bỏ các thành phần phức tạp.

Các ưu điểm cơ bản của kiến trúc mạng IP phẳng:

- Chi phí thấp hơn.
- Truy cập liên tục.
- Giảm độ trễ hệ thống.
- Tách riêng truy cập vô tuyến và phát triển mạng lõi.

Những khía cạnh quan trọng của mạng All IP:

- Hỗ trợ cho nhiều hệ thống truy cập khác nhau.
- Hiệu suất quản lý di động cao.
- Có khả năng thích ứng và chuyển đổi phiên giữa các thiết bị đầu cuối.
- Có khả năng lựa chọn hệ thống truy cập thích hợp dựa trên các dải tiêu chuẩn.
- Cung cấp các dịch vụ ứng dụng tiên tiến, liên tục và ở khắp mọi nơi.
- Có khả năng xử lý hiệu quả và định tuyến tối ưu các loại hình tuyến IP khác nhau như người dùng đến người dùng, người dùng đến nhóm người dùng, ...
- Đảm bảo được các tiêu chí về QoS.

Mạng 5G sử dụng kiến trúc IP phẳng để làm nền tảng nâng cấp mạng vô tuyến thành mạng lõi Nano (NanoCore). Đồng thời, mạng 5G sử dụng công nghệ Nano như một công cụ bảo vệ trước những vấn đề an ninh có thể nảy sinh khi sử dụng mạng IP phẳng.

#### 4.1.6. Kiến trúc mạng ngoài

##### 4.1.6.1. Truyền thông Trực tiếp D2D

Truyền thông Trực tiếp D2D (Device to Device): Công nghệ để chia sẻ trực tiếp các loại nội dung đa dạng về thông tin và dữ liệu giữa các thiết bị. Truyền thông D2D là một cách rất hiệu quả để nâng cao dung lượng hệ thống và hiệu quả phổ vì các thiết bị có thể trực tiếp giao tiếp với nhau bằng cách chia sẻ nguồn tài nguyên tần số của mạng. Bên cạnh đó, các DUE (D2D UE – thiết bị người sử dụng dùng truyền thông D2D) có thể thực hiện quá trình chuyển tiếp truyền dẫn để tạo ra liên kết truyền thông nhiều bước (multi-hop). Khả năng này đã cho phép cải thiện và mở rộng phạm vi bao phủ của truyền thông D2D. Một số lợi ích tiềm ẩn của D2D bao gồm:

- **Quản lý tài nguyên vô tuyến điện:** không giống như Bluetooth và WiFi, 5G hoạt động trong dải được cấp phép và các tài nguyên vô tuyến được quản lý cẩn thận bởi mạng, để giảm thiểu sự can thiệp và tối đa hóa hiệu suất của hệ thống. Các cơ chế tương tự có thể được mở rộng đến D2D.

- **Hiệu suất:** truyền thông trực tiếp giữa các thiết bị lân cận có thể đạt được tốc độ truyền dữ liệu cao hơn và độ trễ thấp hơn truyền thông thông qua trạm gốc 5G. Ví dụ, các thiết bị có thể gần nhau hơn bất kỳ máy nào trong số đó là đến trạm gốc gần nhất và một trạm gốc bận rộn có thể là một nút. Mạng vẫn có thể kiểm soát tài nguyên vô tuyến được sử dụng cho các kết nối này để tối đa hóa phạm vi, thông lượng và dung lượng hệ thống tổng thể.

- **Sử dụng lại quang phổ:** D2D có thể cho phép tái sử dụng quang phổ hơn so với các cell nhỏ của 5G, bằng cách hạn chế việc truyền dẫn vô tuyến tới kết nối điểm-điểm giữa hai thiết bị.

- **Tải mạng:** giảm bớt các trạm gốc và các thành phần mạng khác trong mạng 5G, ví dụ như truyền tải nội dung đa phương tiện trực tiếp giữa các thiết bị đầu cuối di động, sẽ làm giảm tải mạng và tăng khả năng hiệu quả.

- **Hiệu suất năng lượng:** việc tích hợp D2D vào hệ thống LTE tạo cơ hội để đạt được sự khám phá thiết bị tiết kiệm năng lượng, ví dụ bằng cách tránh sự cần thiết phải quét các

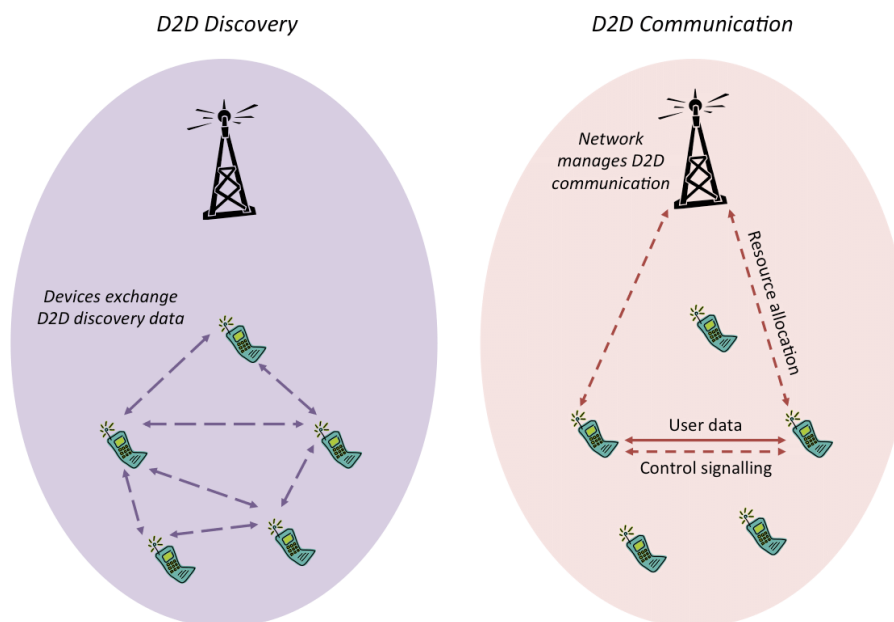
công nghệ không dây khác bằng cách đồng bộ hóa việc truyền và nhận các tín hiệu phát hiện để giảm thiểu chu kỳ nhiệm vụ và chỉ cần thức dậy phần mềm ứng dụng khi các thiết bị có liên quan được tìm thấy trong khu vực địa phương. Trong khi đó, truyền trực tiếp giữa các thiết bị gần đó có thể đạt được với công suất truyền thấp.

- **An ninh:** D2D có thể tận dụng cơ chế phân phối và phân phối chính đã có sẵn trong LTE để đạt được mức độ bảo mật cao.

- **Tiêu chuẩn:** kết hợp D2D vào chuẩn LTE sẽ cung cấp một bộ công cụ chung cho các dịch vụ dựa trên khoảng cách chứ không phải là các phương pháp tiếp cận khác nhau của các nhà cung cấp ứng dụng khác nhau. Các tổ chức an toàn công cộng có thể hưởng lợi từ các nền kinh tế toàn cầu về quy mô đạt được bởi hệ thống LTE rộng lớn hơn.

Giải pháp cho D2D được gọi là Proximity (Độ gần nhau) và có hai thành phần chính, được minh họa trong hình dưới đây:

- **D2D Discovery** cho phép một thiết bị di động sử dụng giao diện vô tuyến LTE để khám phá sự hiện diện của các thiết bị có khả năng D2D khác trong vùng lân cận của nó và, nếu được phép, để xác định một số thông tin nhất định về chúng.
- **D2D Communication** là cơ sở cho các thiết bị di động D2D sử dụng giao diện vô tuyến LTE để giao tiếp trực tiếp với nhau, mà không định tuyến lưu lượng truy cập thông qua mạng LTE. Mạng lưới này tạo cảm giác nhẹ nhàng bằng cách kiểm soát việc phân bổ nguồn tin vô tuyến và bảo mật các kết nối.



**Hình 4.4:** Các trường hợp can thiệp lẫn nhau trong truyền thông D2D

Mục đích D2D là để cung cấp các dịch vụ D2D qua phạm vi lên đến 500m (phụ thuộc vào điều kiện truyền tải và tải mạng). Đối với các dịch vụ công tổng quát, D2D sẽ chỉ có sẵn khi một thiết bị di động nằm trong phạm vi phủ sóng của mạng di động, điều này sẽ cho phép mạng giữ được quyền kiểm soát cuối cùng đối với tài nguyên và an ninh. Chỉ đối với các ứng dụng an toàn công cộng, các khả năng D2D thô sơ cũng sẽ có sẵn khi không có mạng.

#### **4.1.6.2. Multi-RAT**

Đến năm 2020 - 5G sẽ cho phép công nghệ mới được gọi là "Multi-RAT" (Radio Access Technology - Công nghệ truy cập vô tuyến) để giải quyết sức chứa và thông lượng người dùng.

Công nghệ truy cập vô tuyến khác nhau RAT (Radio Access Technology) là phương pháp kết nối vật lý cơ bản cho một mạng thông tin vô tuyến dựa. Nhiều điện thoại hiện đại hỗ trợ nhiều RAT trong một thiết bị như Bluetooth , Wi-Fi, 3G , 4G hoặc LTE .

Gần đây, thuật ngữ RAT được sử dụng trong các cuộc thảo luận về các mạng không dây không đồng nhất . Thuật ngữ được sử dụng khi một thiết bị người dùng chọn giữa các loại RAT đang được sử dụng để kết nối với Internet. Điều này thường được thực hiện tương tự như lựa chọn điểm truy cập trong các mạng dựa trên IEEE 802.11 (Wi-Fi).

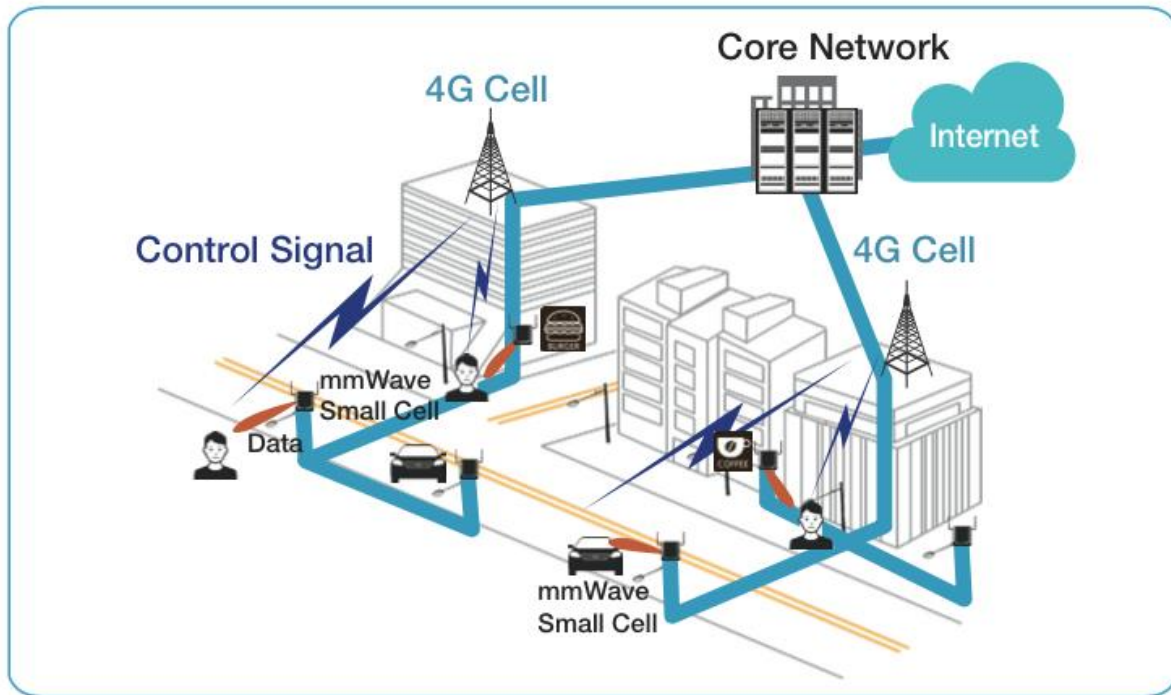
Để thực hiện các dịch vụ 5G, cần tăng cường đáng kể dung lượng của mỗi người dùng và công suất tổng thể hệ thống so với các hệ thống của 4G. Cụ thể, sử dụng một lượng lớn băng thông hệ thống đảm bảo tăng công suất bằng cách phân bổ nhiều tài nguyên tần số cho mỗi người dùng trong hệ thống. Do đó, sử dụng phổ tần có băng thông rộng có thể được coi là vấn đề quan trọng nhất cho hệ thống 5G.

Xu hướng quản lý phổ biến gần đây là tổng hợp cả phổ tần được cấp phép và không có giấy phép để mở rộng băng thông hệ thống hiện có. Phổ không có giấy phép có rất nhiều băng thông. Để hệ thống 5G sử dụng phổ không có giấy phép, 3 điều cần phải xảy ra là các quy định áp dụng cho mỗi dải tần số: 1-Hệ thống Điều khiển Công suất phát (TPC), 2-DFS (Dynamic Frequency Selection) và 3- Listen Before Talk - LBT).

Để sử dụng có hiệu quả quang phổ không có giấy phép, hệ thống 5G cần được phát triển với các đặc điểm sau: Thiết kế mới nhất của PHY / MAC / thuật toán mạng phù hợp với tính chất của phổ không có giấy phép. Thứ hai, các cơ chế cùng tồn tại hiệu quả có tính đến các Tốc độ khác (ví dụ như Wi-Fi hoặc WiGig) hoạt động trong dải không có giấy phép sẽ được đề xuất. Cuối cùng, các kỹ thuật liên kết và tích hợp Hệ thống 5G với các RAT khác sẽ được phát triển. Bằng cách tận dụng nhiều RAT, hệ thống 5G sẽ có thể tận dụng các đặc tính



độc đáo của mỗi RAT và cải thiện tính thực tiễn của toàn bộ hệ thống. Ví dụ, hệ thống 4G được sử dụng để trao đổi thông điệp điều khiển để duy trì kết nối, thực hiện chuyển giao, và cung cấp các dịch vụ thời gian thực như Volte. Công nghệ hoạt động trong băng tần không có giấy phép mmWave sẽ hỗ trợ dịch vụ tỷ lệ dữ liệu gigabit. Nhiều tế bào mmWave có thể được phủ lên trên các tế bào macro 4G phía dưới, như thể hiện trong hình 4.5.



**Hình 4.5:** Mạng phủ của tế bào nhỏ mmWave tích hợp với hệ thống Underlay 4G

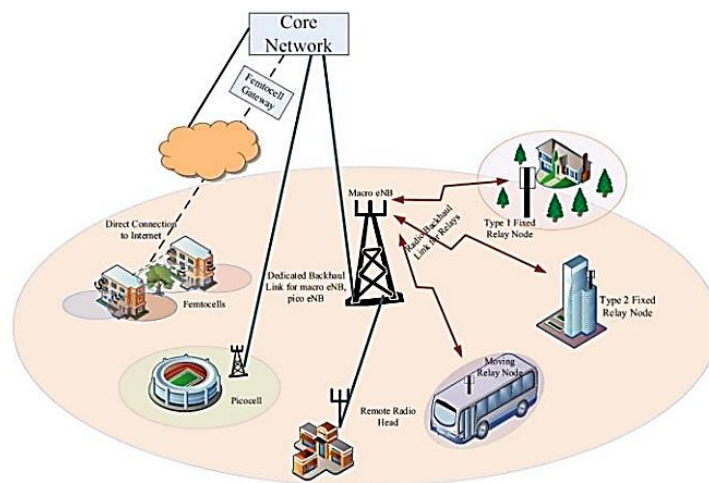
Hơn nữa công nghệ Multi-Rat sẽ cho phép 5G duy trì kết nối mạng bất kể thời gian và vị trí, và mở ra khả năng kết nối tất cả các thiết bị được kết nối mà không cần sự can thiệp của con người. Ngoài ra để cung cấp hỗ trợ lên đến một triệu kết nối đồng thời mỗi km vuông với tốc độ dữ liệu cao hơn, tạo điều kiện cho nhiều loại dịch vụ D2D bao gồm đo không dây, thanh toán di động, lưới điện thông minh và giám sát cơ sở hạ tầng quan trọng, nhà kết nối, giao thông thông minh, và y học từ xa. Các thiết bị thông minh sẽ liên lạc với nhau một cách tự chủ trong nền và chia sẻ thông tin một cách tự do. Kết nối khắp nơi này cần băng thông lớn sẽ thực sự thay đổi cuộc sống con người bằng cách kết nối hầu như mọi thứ.

#### 4.1.6.3. Mạng di chuyển MN

Trong các mạng thông tin không dây tương lai, một số lượng lớn truy cập của người sử dụng sẽ đến từ các phương tiện đi lại (như ô tô, xe bus, tàu lửa...). Vì vậy, một giải pháp đã được đề ra, đó là triển khai một hoặc một vài Điểm chuyển tiếp di động MRN (Moving

Relay Node) trên các phương tiện đi lại để hình thành một Cell di động riêng của phương tiện đó, đây gọi là mạng di chuyển MN.

Bằng việc sử dụng Anten thích hợp, một MRN có thể giảm hoặc thậm chí là loại bỏ được suy hao xuyên qua (penetration loss) xe cộ, loại suy hao mà ảnh hưởng tương đối lớn đến quá trình giao tiếp của hệ thống. Hơn nữa, các điểm MRN có thể khai thác tốt các công nghệ Anten thông minh cũng như phương thức xử lý tín hiệu tiên tiến khác nhau, vì chúng ít bị hạn chế về kích thước và năng lượng so với các thiết bị người sử dụng thường xuyên kết nối với các trạm gốc.



**Hình 4.6:** Mạng di chuyển MN

Các MRN cũng có khả năng được sử dụng để phục vụ người dùng bên ngoài phương tiện di chuyển, do đó nó cũng có thể trở thành một trạm gốc nhỏ có khả năng di chuyển trong mạng. Vì vậy, phương tiện di chuyển và hệ thống giao thông sẽ đóng một vai trò quan trọng trong mạng di động không dây trong tương lai. Những phương tiện này sẽ cung cấp thêm dung lượng thông tin và mở rộng vùng phủ của hệ thống truyền thông di động.

Tuy nhiên, việc triển khai các MRN cũng gặp không ít những khó khăn như phải có hệ thống đường trục hiệu quả, yêu cầu công nghệ phân bổ tài nguyên và quản lý can thiệp phức tạp, phải có phương thức quản lý di động thích hợp...

#### 4.1.7. Hoạt động nâng cao cho Multi-cell

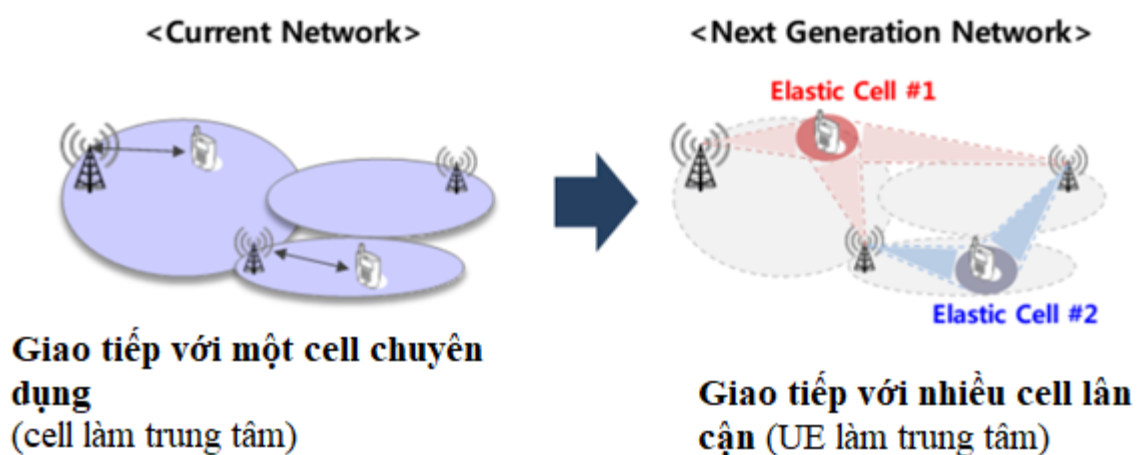
- Cell linh hoạt: Một công nghệ để tự động lựa chọn và giao tiếp với một cell tốt nhất cho môi trường kênh của người sử dụng hiện tại trong thời gian thực
- Tổng hợp các mạng không đồng nhất: Một công nghệ để cải thiện tốc độ dữ liệu bằng cách kết hợp mạng di động với các mạng khác nhau như WiFi hoặc với LTE tận dụng băng tần không có giấy phép.

Trong hệ thống mạng 5G, các mạng khác nhau được sử dụng riêng cho các mục đích khác nhau trong mạng 4G sẽ được kết hợp hoặc sử dụng có chọn lọc khi cần thiết, do đó tăng tốc độ dữ liệu của một thiết bị và giảm thiểu tác động của các mạng lân cận. Đối với các cell nhỏ, một thiết bị duy nhất có thể giao tiếp với nhiều cell dựa trên sự phối hợp chặt chẽ của cell, nó có thể hoạt động như thể mỗi thiết bị có cell riêng của nó. Ngoài ra, điều quan trọng là phải đảm bảo công nghệ nhận phản hồi về chất lượng kênh của nhiều cell từ thiết bị của người dùng.

Trong mạng 5G, như thể hiện trong hình 4.7 bên dưới, các cell khác nhau có thể được lựa chọn mỗi lần để cung cấp tốc độ tối ưu cho thiết bị trong quá trình truyền cụ thể đó, tạo ra môi trường lấy người dùng làm trung tâm, so với các cell trung tâm hiện tại, điện thoại cầm tay chỉ giao tiếp với một cell cụ thể. Cơ chế này sẽ mang lại trải nghiệm người dùng được cải thiện về các dịch vụ 5G cho môi trường của mỗi người dùng.

Ngoài ra, tốc độ dữ liệu có thể được nâng cao thông qua công nghệ để tập hợp và sự tương tác giữa các mạng khác nhau bao gồm cả WiFi. Trong một khu vực có cả mạng WiFi và mạng di động, dữ liệu sẽ được chia và truyền bởi hai mạng và do đó dữ liệu sẽ được truyền đi với tốc độ nhanh hơn.

Trong khi đó, băng thông mạng cũng được thiết lập để mở rộng trong 5G bằng cách triển khai công nghệ mạng di động trên băng tần không có giấy phép cũng như trong LTE được cấp phép (LA-LTE), nơi băng tần không có giấy phép của WiFi được sử dụng cho LTE.



**Hình 4.7:** Kết hợp tế bào người dùng làm trung tâm và hoạt động của mạng

#### 4.1.8. Cell nhỏ, siêu dày đặc

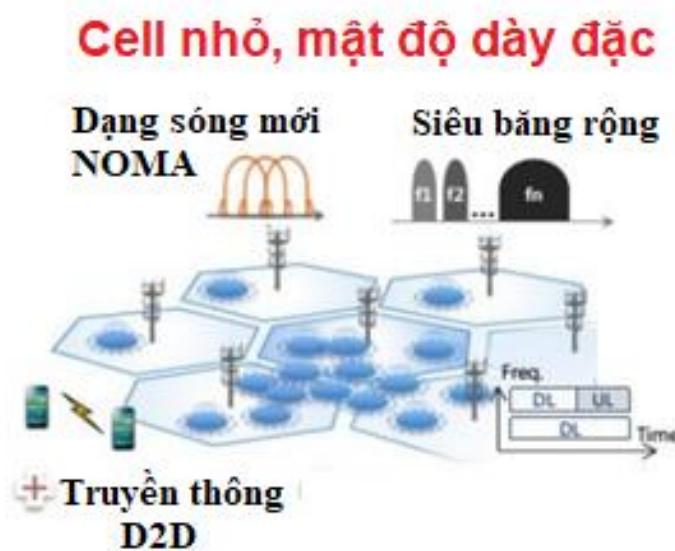
- Kiểm soát và điều phối can thiệp động: Một kỹ thuật để cải thiện chất lượng tín hiệu tại các cạnh cell bằng cách cho phép các cell lân cận hợp tác trong thời gian thực.

- HetNet SON: Một kỹ thuật tự động tối ưu hóa hoạt động của mạng không dây trong môi trường cell đa dạng do đó cải thiện QoS.

Để hỗ trợ lưu lượng truy cập 1000 lần so với LTE, cần nâng cao năng lực mạng thông qua việc cải thiện đáng kể cell khi sự mở rộng của các nguồn tần số hạn chế hiện tại sẽ không đủ. Điều này có nghĩa là các hệ thống 5G cần mạng lưới cell cực nhỏ có mật độ cell lớn hơn.

Trong một môi trường cell nhỏ cực kỳ đặc biệt, sự kết hợp các công nghệ 5G tiềm năng khác nhau của D2D, duplex và siêu băng rộng sẽ mang lại hiệu quả hoạt động khác nhau của tế bào, do đó việc thiết lập mạng lưới 5G cần đánh giá theo kịch bản để tìm kiếm sự kết hợp tối ưu nhất.

Do đó, người ta hy vọng rằng sẽ có những phân tích hiệu quả hoạt động của các công nghệ 5G tiềm năng khác nhau trong các mạng tế bào nhỏ cực mạnh và sự phát triển của các công nghệ có liên quan có thể bắt đầu bằng việc xác nhận khái niệm thông qua mô phỏng giả đầu cuối và công cụ kiểm chứng- của khái niệm và cuối cùng dẫn đến việc thành lập một mạng lưới thương mại nguyên mẫu.



**Hình 4.8:** Mô hình mạng lưới 5G mạng nhỏ dựa trên cell nhỏ

#### 4.1.9. Băng tần rộng RF & chùm tia 3D

- Chùm tia 3D: Một kỹ thuật cung cấp môi trường RF cho việc truyền tải tốc độ cao bằng cách điều khiển sóng điện từ hoặc tạo nhiều chùm theo hướng dọc và ngang.

- Chuyển đổi chùm, theo dõi chùm: Một kỹ thuật cung cấp một liên kết tối ưu bằng cách chọn một chùm tối ưu ra khỏi anten hoặc thay đổi hướng của anten theo vị trí của người sử dụng.

## Tổng quan về sóng milimet (mmW)

Sóng Millimetre đại diện cho phổ tín hiệu RF giữa các tần số 20GHz và 300GHz với bước sóng từ 1 - 15mm, nhưng xét về khía cạnh mạng vô tuyến và các thiết bị thông tin, tên gọi sóng millimet tương ứng với một số dải tần 24GHz, 38GHz, 60GHz và gần đây, các dải tần 70GHz, 80 GHz cũng đã được sử dụng công cộng cho mục đích thiết lập mạng và truyền thông vô tuyến.

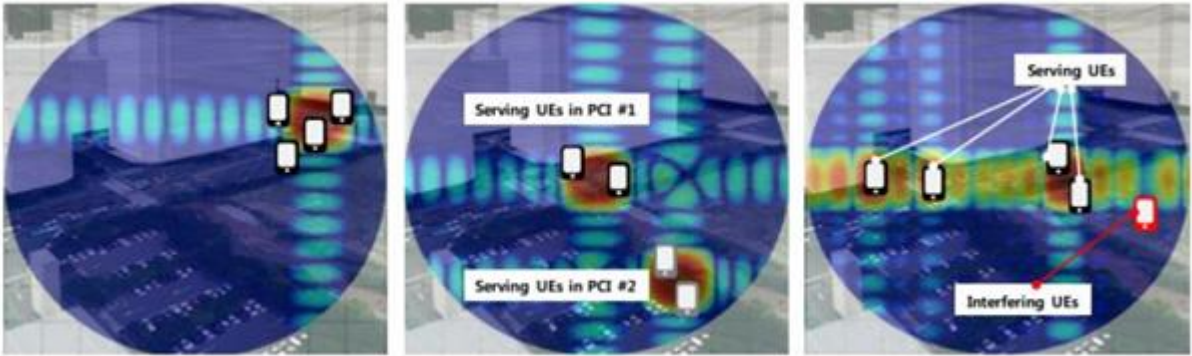
**Bảng 4.1: So sánh giữa công nghệ hiện tại và công nghệ mmW <sup>[9]</sup>**

	<b>Công nghệ di động hiện tại</b>	<b>Công nghệ mmW trong tương lai</b>
<b>Dải tần số</b>	300MHz – 3GHz	10GHz – 300GHz
<b>Băng thông khả dụng</b>	700MHz	100GHz
<b>Băng thông cực đại mỗi kênh truyền</b>	100MHz	Chưa xác định
<b>Tốc độ dữ liệu trung bình</b>	30Mbps	100Gbps
<b>Bước sóng trong không khí</b>	21,3cm (ở 700MHz)	0,5cm (ở 28GHz)
<b>Khoảng cách truyền tối đa trong đô thị</b>	3km (ở 700MHz)	300m (ở 28GHz)
<b>Mức suy hao tín hiệu</b>	Trong không khí: 0,005dB/km Khi có mưa lớn: 0,02 dB/km (ở 700MHz)	Trong không khí: 0,1dB/km Khi có mưa lớn: 10 dB/km (ở 700MHz)

Trong khi băng tần milimet có lợi thế lớn so với băng tần di động hiện nay, nó có thể sử dụng tần số băng tần rộng, vượt qua sự tổn hao đường truyền và độ thẳng tương đối cao hơn và sự nhiễu xạ thấp do sử dụng băng tần số cao vẫn là một thách thức lớn. Để giải quyết vấn đề này, nhiều tia mmW gom lại có độ lợi cao được hình thành để vượt qua sự tổn hao của đường truyền gia tăng.

Các chùm tia 3D cho phép nhiều chùm được truyền hoặc nhận theo chiều ngang và chiều dọc để tăng dung lượng mạng bằng SDMA (Space Division Multiple Access - đa truy nhập phân chia theo không gian) và có thể tăng cường SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio - tín hiệu nhiễu cộng với tạp âm) của thuê bao bên trong cell bằng cách tăng

cường độ của tín hiệu được truyền và nhận tới thiết bị đầu cuối và ngăn chặn tín hiệu nhiễu. Việc cho phép phân chia cell có hiệu quả về chi phí theo những thay đổi trong lưu lượng truy cập và thực hiện các cell định hướng thuê bao (người sử dụng là trung tâm cell).

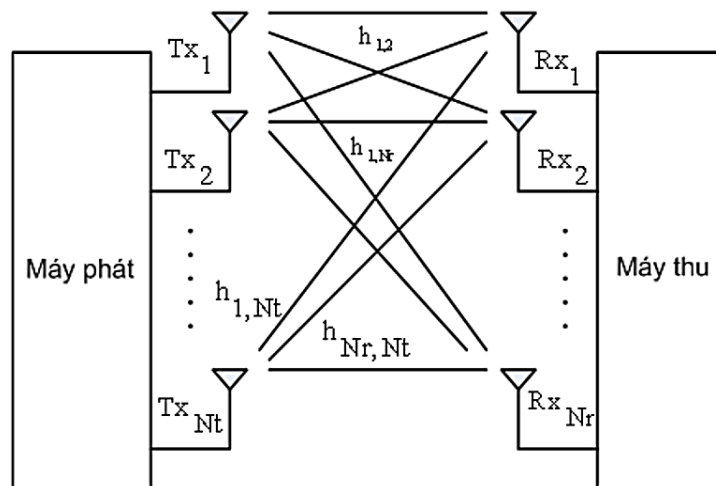


**Hình 4.9:** Nhận phân phối điện trường cho phương pháp chùm tia 3D khác nhau.

#### 4.1.10 Tăng cường công nghệ nhiều anten và Massive MIMO

- Beamforming: là một công nghệ tập trung tín hiệu và hướng nó trực tiếp vào mục tiêu cụ thể thay vì phát sóng tín hiệu wifi lan toả trong một khu vực rộng lớn.
- Thông tin phản hồi CSI / CQI: Một kỹ thuật tăng độ chính xác của CSI (Channel State Information - thông tin trạng thái kênh) và CQI (Channel Quality Indicator - chỉ số chất lượng kênh) có thể thu được từ trạm gốc đồng thời giảm thiểu tín hiệu đường lên.

Công nghệ truyền dẫn đa đầu vào đa đầu ra (MIMO – Multiple Input Multiple Output) đã triển khai ở 4G. MIMO là kỹ thuật truyền dẫn sử dụng đồng thời nhiều Anten phát và thu.



**Hình 4.10:** Mô hình kênh MIMO cơ bản với  $N_t$  Anten phát và  $N_r$  Anten thu.

MIMO có những ưu điểm:

- Tăng độ lợi mảng, làm tăng tỉ số tín hiệu trên nhiễu đồng thời làm giảm tỷ suất lỗi bit từ đó làm tăng độ truyền dẫn mà không cần tăng công suất phát.

- Tăng độ lợi phân tập, giảm hiện tượng fading thông qua việc sử dụng hệ thống anten phân tập, nâng cao chất lượng hệ thống.
- Có khả năng tối đa hóa độ lợi anten theo hướng nhất định.
- Tăng hiệu quả phổ: bằng cách sử dụng ghép kênh không gian.
- Tăng dung lượng kênh mà không cần tăng công suất phát và băng thông.

Nhược điểm:

- Tăng độ phức tạp trong xử lý tín hiệu phát và thu.
- Kích thước của thiết bị di động tăng lên.
- Nhiễu đồng kênh: do sử dụng nhiều anten truyền dữ liệu cùng băng tần.
- Nhiễu liên kênh: do nhiều người sử dụng cùng hệ thống MIMO.

Mặc dù có những ưu điểm nổi bật như vậy, nhưng để đáp ứng cho hệ thống thông tin di động 5G trong tương lai, những nghiên cứu về việc nâng cấp kỹ thuật MIMO đang được triển khai. Một lĩnh vực nghiên cứu mới nổi lên trong truyền thông MIMO đa người dùng, đó là hệ thống Massive MIMO (có thể hiểu là MIMO quy mô lớn).

Hệ thống truyền thông Massive MIMO được đề xuất vào năm 2010 và nó đã thu hút sự quan tâm của giới viễn thông. Vào năm 2013, một số đặc biệt của tạp chí IEEE đã được dành riêng để nói về hệ thống Massive MIMO và tầm quan trọng của nó trong việc nâng cao hiệu quả năng lượng của truyền thông trong năm 2015 trở đi.

Hệ thống Massive MIMO đã vượt mặt những hệ thống hiện tại bằng việc sử dụng một số lượng cực kỳ lớn (hàng trăm, có thể lên đến hàng ngàn) các anten dịch vụ. Các anten được bổ sung này sẽ tập trung truyền tải và thu nhận năng lượng tín hiệu vào một vùng không gian rất nhỏ. Điều này đưa đến một sự cải tiến lớn về hiệu quả thông lượng và năng lượng, đặc biệt là khi kết hợp với đồng thời một số lượng lớn thiết bị đầu cuối người sử dụng.

Massive MIMO có các ưu điểm:

- Công suất: Gọi  $n_t$  và  $n_r$  lần lượt là số lượng Anten phát và thu,  $\gamma$  là tỉ số SNR (Signal-to-Noise Ratio). Dung lượng C của Anten MIMO được xác định bởi:

$$\log_2(1 + \gamma n_r) \leq C \leq \min(n_t, n_r) \cdot \log_2 \left( 1 + \frac{\gamma \cdot \max(n_t, n_r)}{n_t} \right)$$

Rõ ràng, dung lượng sẽ tăng ở cả uplink và downlink khi ta sử dụng Massive MIMO.

- Độ trễ: Độ trễ của đường truyền vô tuyến bị ảnh hưởng mạnh của fading. Bằng việc sử dụng Massive MIMO kết hợp với các kỹ thuật như tiền mã hóa, kỹ thuật Beamforming, ta có thể hạn chế được ảnh hưởng của hiện tượng fading.

- Chi phí và năng lượng: Bằng việc giới hạn tín hiệu trong một vùng không gian vô cùng nhỏ, Massive MIMO có thể đạt được độ lợi cao hơn với năng lượng thấp hơn trên mỗi anten. Thực sự, tổng năng lượng của Massive MIMO thấp hơn nhiều so với MIMO truyền thống, điều này đồng nghĩa với việc chi phí thấp hơn, khuếch đại năng lượng với hệ số thấp hơn (MiliWatt thay cho hàng chục Watt).

Hệ thống Massive MIMO thường hoạt động trong chế độ truyền dẫn song công phân chia theo thời gian TDD, nơi mà các kênh truyền dẫn uplink và downlink có tần số giống nhau nhưng lại khác nhau về thời gian. Các kênh truyền vật lý trong hệ thống này được xem là đối xứng, tức là sự truyền dẫn diễn ra đồng thời ở cả 2 hướng.

Cũng như bất kỳ công nghệ nào, Massive MIMO cũng có những nhược điểm và thách thức riêng của nó:

- Nâng cao thuật toán xử lý tín hiệu: Phối hợp hàng trăm (có thể hàng ngàn) Anten để tạo ra tín hiệu Beamforming hoàn toàn không phải là một điều dễ dàng. Bên cạnh đó, mặc dù mức năng lượng phát xạ được hạ xuống, nhưng việc tiêu thụ năng lượng của tín hiệu bằng cơ sở lại tăng lên do phải thực hiện nhiều quá trình xử lý hơn. Đã có một vài thuật toán tuyến tính hoặc cận tuyến tính quá trình xử lý với thời gian thực đã được đề xuất, nhưng đây vẫn là một thách thức đối với Massive MIMO.

- Ước lượng kênh truyền: Việc ước lượng kênh truyền có thể được thực hiện bởi các tín hiệu giám sát của các UE trên uplink. Tuy nhiên, việc ước lượng cho tuyến downlink lại phức tạp hơn nhiều. Nó yêu cầu downlink phải có số lượng tín hiệu giám sát trực giao tương ứng với số lượng hàng trăm (hàng ngàn) Anten, việc này có thể gây ra hiện tượng lây nhiễm tín hiệu giám sát (pilot contamination).

- Triển khai phần cứng: Mỗi anten đơn trong Massive MIMO được thiết kế đơn giản với chi phí thấp, nhưng vẫn phải đáp ứng được khả năng chống nhiễu. Cần phải thiết kế phần cứng sao cho có thể hạn chế được những loại tạp âm phức tạp này.

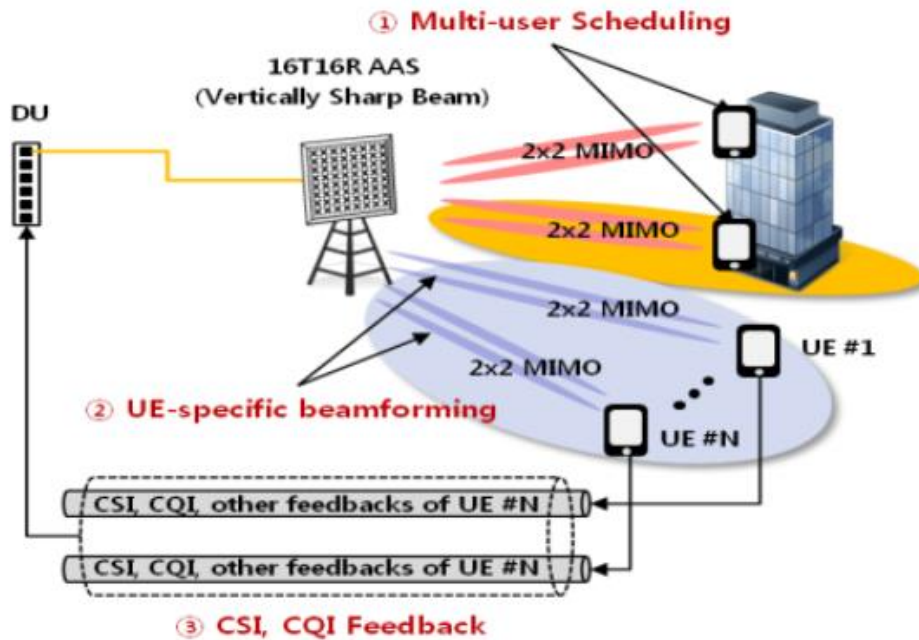


- Khả năng thích ứng: Massive MIMO vẫn còn trong giai đoạn thử nghiệm, việc triển khai sao cho có khả năng thích ứng với các công nghệ tiên tiến khác trong hệ thống 5G vẫn còn là một câu hỏi.

Khi tần số cao được sử dụng trong 5G, việc nén các trạm gốc và ăng-ten đầu cuối ở cùng một kích cỡ là có thể và điều này cho phép sử dụng công nghệ MIMO nâng cao. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng mặc dù số lượng ăng ten trạm gốc tăng lên, nhưng kênh không dây giữa thiết bị đầu cuối và trạm gốc có thể không tăng nhiều. Đặc biệt, khi anten của trạm gốc được gắn ở các vị trí cao, không có sự tán xạ xung quanh anten của trạm gốc.

Mặc dù việc downlink 2 lớp đã trở nên phổ biến trong LTE hiện tại vì anten của trạm gốc sử dụng phân cực 45/45°. Tóm lại, ngoài sự phân cực, tồn tại một sự cân bằng giữa số lượng các yếu tố ăng ten có thể có trong cùng một khu vực (mật độ), thứ hạng kênh không dây và do đó ngay cả khi số lượng anten trong thiết bị đầu cuối tăng lên. Để đạt được tăng công suất thông qua MIMO trong 5G, cần áp dụng phương thức MU-MIMO (Multi - User MIMO) ở đó các thiết bị đầu cuối khác nhau cách xa nhau được lên lịch đồng thời và tái sử dụng các nguồn thời gian.

Một yếu tố quan trọng của phương pháp MU-MIMO là lập kế hoạch cho thiết bị đầu cuối có thể ngăn chặn nhiễu lẫn nhau thông qua việc beamforming tại trạm gốc. Đối với điều này, trạm gốc cần phải biết các điều kiện kênh không dây chính xác của đường xuống của mỗi thiết bị đầu cuối và thực hiện việc chùm beamforming cụ thể của UE theo thiết bị đầu cuối cho phù hợp. Như vậy, tính chính xác của CSI và CQI của mỗi thiết bị đầu cuối là rất quan trọng và công việc chuẩn hóa liên quan hiện đang được tiến hành trong 3GPP từ quan điểm "tiên hóa bền vững của LTE".

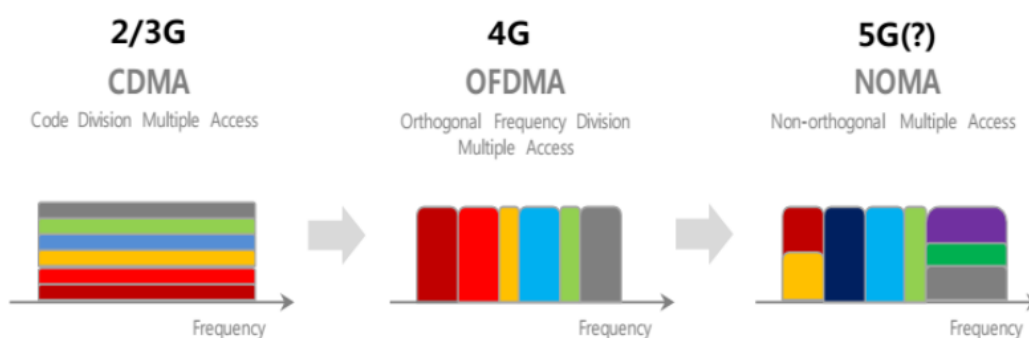


**Hình 4.11:** Chế độ hoạt động chùm beam MU-MIMO (UE-specific beamforming)

#### 4.1.11. Nâng cao IoT và dạng sóng mới

- Công nghệ MTC (Machine-Type Comm): Công nghệ xử lý dữ liệu và truy cập đa công suất cao để hỗ trợ dịch vụ IoT trên mạng truyền thông di động.
- Dạng sóng mới (NOMA): kỹ thuật truyền và nhận làm tăng hiệu quả của việc cung cấp nhiều người dùng và dữ liệu thông qua việc thu hẹp sự can thiệp của người nhận và chống triệt tiêu dựa trên bộ lọc.
- Liên lạc song công và truyền thông song công: Chương trình phân bổ linh hoạt cho các tài nguyên download (DL) / upload (UL) và công nghệ truyền và nhận đồng thời dựa trên sự tự hủy giao thoa.

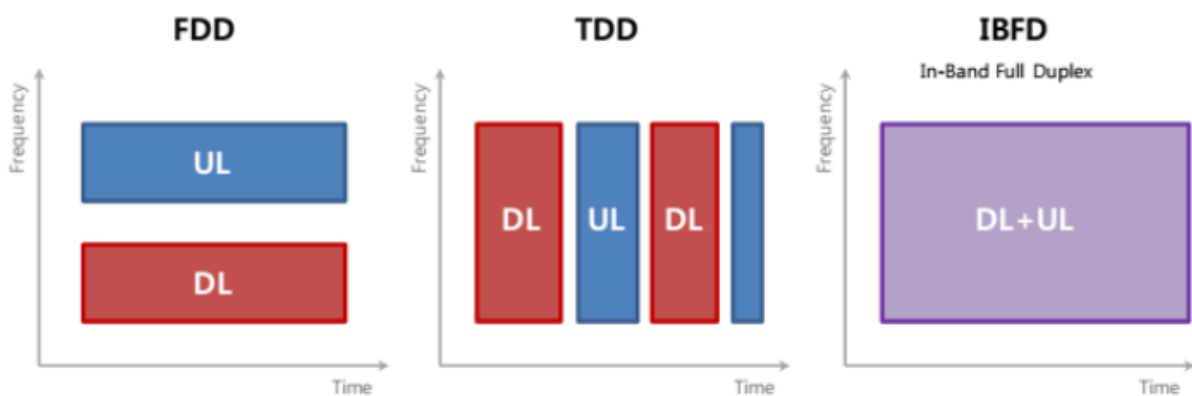
Công nghệ mạng không dây 4G đã phát triển để cung cấp tốc độ cao hơn cho nhiều người dùng. Nhưng với sự xuất hiện của kỷ nguyên IoT, trong đó các đối tượng cùng với mọi người được kết nối với Internet, 5G – là cơ sở hạ tầng truyền thông chủ chốt - cần cung cấp kết nối masive và độ trễ thấp cùng với tốc độ nhanh hơn.



#### **Hình 4.12:** Sự tiến triển của công nghệ đa truy cập truyền thông di động

Để đáp ứng số lượng lớn hơn của các thiết bị đầu cuối và tăng công suất trong mạng di động, công nghệ truy cập đa truy cập mới đang thu hút sự chú ý, đó là NOMA (NonOrthogonal Multiple Access - đa truy cập không trực giao). Trong khi 4G sử dụng OFDMA cho phép truy cập nhiều trong số các thiết bị đầu cuối trong khi vẫn giữ được sự trực giao tần số. NOMA cung cấp nhiều quyền truy cập sử dụng kiểm soát năng lượng trong miền tần số. Đường xuống và đường lên của hệ thống truyền thông hiện tại được phân cách bằng tần số (Frequency Division Duplex - FDD) hoặc theo thời gian (Time Division Duplex - TDD).

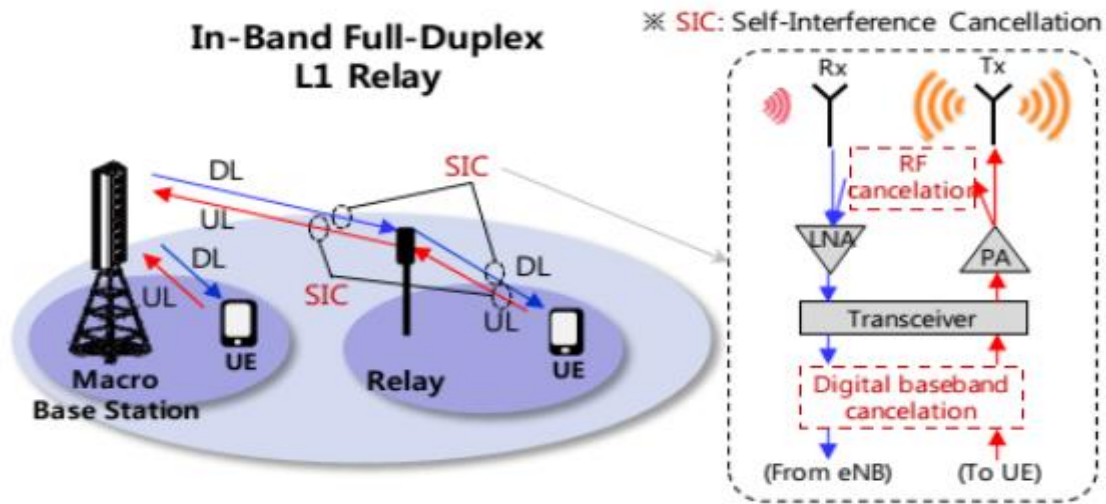
Đa truy cập không trực giao NOMA sử dụng theo thời gian, tần số hoặc mã. Sau khi nhận được tín hiệu, việc tách kênh được thu được do sự khác biệt lớn giữa hai người sử dụng. Để trích xuất tín hiệu, việc lọc hủy bỏ nhiễu liên tiếp được sử dụng bên trong máy thu. Kênh thu được bao gồm rất nhiều yếu tố kể cả sự mất mát đường truyền và nhận được tín hiệu đến tỷ lệ nhiễu khác biệt giữa người sử dụng. Mặc dù chia sẻ năng lượng làm giảm công suất được phân bổ cho mỗi người dùng, cả người dùng - những người có kênh lợi ích cao và những người có kênh lợi ích thấp đều được hưởng lợi do được lên lịch nhiều hơn và được phân bổ băng thông nhiều hơn. Điều này có nghĩa là NOMA cho phép nâng cao năng lực hệ thống và sự công bằng của việc phân bổ cho tất cả người dùng.



#### **Hình 4.13:** Phương thức song công tần số của truyền thông di động

Để giảm thiểu can thiệp lẫn nhau. Trong 5G, In-Band Full Duplex (IBFD) dự kiến được sử dụng cho 5G khi truyền dẫn đường lên / xuống có thể xảy ra cùng thời gian và cùng tần số. Để thực hiện điều này, điều quan trọng là phải phát triển kỹ thuật tự hủy nhiễu SIC (Self – Interference Cancellation) bằng cách gây nhiễu tín hiệu rò rỉ vào máy thu được loại bỏ trong khi truyền. Như thể hiện trong hình 3.14, IBFD có thể sẽ là sự lựa chọn hàng đầu

cho chuyển tiếp trong băng tần 1575,42 MHz (L1) và các tiêu chuẩn khác vì các tiêu chuẩn của các mạng hiện có dựa trên FDD / TDD cần phải được thay đổi và yêu cầu xác nhận bổ sung cho môi trường đa cell. Tuy nhiên, IBFD làm tăng độ phức tạp của chuỗi RF, đòi hỏi phải phát triển trước công nghệ khi triển khai nhiều ăng ten.



**Hình 4.14:** Truyền thông song công trong cùng băng tần

## 4.2. Dịch vụ

Trong chương này, đề án sẽ thảo luận về các dịch vụ 5G khác nhau và các ứng dụng của 5G sẽ được tạo ra dựa trên sự tiến triển công nghệ như vậy.

### 4.2.1. Dịch vụ IoT (Internet of Things)

Trong kỷ nguyên 5G, khi dịch vụ Internet of Things sẽ lan rộng trên toàn xã hội, các dịch vụ IoT kết nối massive, nơi tất cả các đối tượng được kết nối sẽ xuất hiện.

IoT được ứng dụng vào rất nhiều lĩnh vực:

- Quản lý chất thải
- Quản lý và lập kế hoạch quản lý đô thị
- Quản lý môi trường
- Phản hồi trong các tình huống khẩn cấp
- Mua sắm thông minh
- Quản lý các thiết bị cá nhân
- Đồng hồ đo thông minh
- Tự động hóa ngôi nhà
- Bảo trì, dự đoán, giám sát hoạt động y tế
- Tăng cường kiểm soát khách hàng, dễ dàng cung cấp các thông tin liên quan trong thời gian thực



**Hình 4.15:** Kỷ nguyên mọi vật kết nối internet

Dịch vụ IoT là nền tảng cơ sở để các dịch vụ khác ra đời

#### 4.2.2. Hình ba chiều và dịch vụ gọi 3D hologram

Hiện tại, dịch vụ gọi điện video độ nét cao (HD) và dịch vụ thoại âm thanh chất lượng cao được sử dụng rộng rãi trong 4G. Tuy nhiên, cuộc gọi video và thoại vẫn có một số cách để mang lại cho người dùng giống như họ đang nói chuyện trực tiếp. Tương lai 5G sẽ có bước tiến lớn trong sự phát triển của 5 giác quan, để cung cấp trải nghiệm giao tiếp thực tế cho người dùng, cho phép họ cảm thấy như thể người khác đang ở ngay bên cạnh họ.

Như vậy, trên mạng 5G có khả năng truyền thông cực nhanh, các hình ảnh có độ phân giải cao như 4K-UHD cung cấp gấp 4 lần độ phân giải UHD và 8K-UHD, có thể mở rộng sang hình ảnh 3D hoặc dịch vụ ba chiều. Hình 3.16 cho thấy dung lượng dữ liệu bằng độ phân giải hình ảnh. Cùng với chất lượng hình ảnh được cải thiện, các dịch vụ tương tác thời gian thực tùy chỉnh hỗ trợ năm giác quan dưới dạng đa phương tiện sẽ được dự kiến thực hiện.



#### **Hình 4.16:** Khối lượng dữ liệu yêu cầu theo loại hình ảnh

Trong trường hợp dịch vụ truyền trực tuyến độ nét cao, dịch vụ streaming nội dung đa phương tiện UHD theo thời gian thực đáp ứng nhu cầu xem các buổi hòa nhạc và sự kiện thể thao theo các góc nhìn khác nhau sẽ trở thành xu hướng mới.

#### **4.2.3. Dịch vụ AR / VR hấp dẫn quy mô lớn**

Một dịch vụ không hề xa lạ ngay thời điểm hiện tại, các nội dung AR / VR vẫn chỉ là thu thập hoặc tạo sẵn để cho người dùng tái sử dụng. Nhưng trong kỷ nguyên 5G, dịch vụ này sẽ tương tác trong thời gian thực. Nghĩa là các nội dung AR và VR sẽ được thu và phát trực tiếp đến người xem.



**Hình 4.17:** Công nghệ AR

Tuy nhiên, mạng 5G trong tương lai có thể thu thập thông tin cảm biến khác nhau bao gồm hình ảnh, dữ liệu chiều sâu 3D, con quay hồi chuyển, vv trong thời gian thực từ các thiết bị khác nhau như điện thoại thông minh, xe hơi, camera quan sát, ... do công suất siêu cao, thời gian thực và kết nối masive. Bằng cách nhận ra chúng theo thời gian thực thông qua phân tích số liệu và trình bày các thông tin đó được xử lý và tối ưu hóa theo mục đích sử dụng và sở thích người dùng thông qua các màn hình khác nhau, có thể cung cấp trải nghiệm người dùng mới kết hợp với thực tế trong thời gian thực.

Dịch vụ AR quy mô lớn liên quan đến việc nhận dạng các đối tượng khác nhau như là mốc / tòa nhà, sản phẩm, áp phích trong môi trường xung quanh người sử dụng dựa trên điện toán đám mây trong thời gian thực cũng như xử lý các phương tiện và thông tin có liên quan chất lượng cao bao gồm (U)HD audio / video 3D theo người sử dụng và truyền tải chúng đến thiết bị để cung cấp một thực tế gia tăng.

Công nghệ VR dựa trên 5G dự kiến sẽ cho phép 'dịch vụ triển lãm nhập vai', theo đó các tác phẩm, hình ảnh, phương tiện, đồ tạo tác được trưng bày trong bảo tàng hay các show diễn sẽ được xem trực tiếp tại nhà nhưng cảm giác sẽ là như đứng tại bảo tàng hay show diễn đó. Người dùng chỉ cần trả tiền trước và xem bằng thiết bị VR của mình với hình ảnh và âm thanh 3D thậm chí 7D.

Ngoài ra, “dịch vụ chăm sóc hàng ngày AR”, theo đó số lượng và loại thực phẩm trong tủ lạnh và thời hạn sử dụng của nó luôn được hiển thị.



*Hình 3.18:* Dịch vụ VR streaming

#### **4.2.4. Dịch vụ trễ cực thấp**

Các hoạt động không thể thực hiện trong mạng có dây do những hạn chế về không gian, thay vào đó sẽ là dịch vụ điều khiển từ xa có độ trễ thấp. Ví dụ, dịch vụ kiểm soát robot điều khiển từ xa, có thể nhờ đó các robot được triển khai trong các địa điểm xây dựng nguy hiểm để thay thế cho con người, điều khiển từ xa không dây sẽ phản ứng nhanh đối với sự thay đổi về môi trường dựa trên hình ảnh và thông tin có độ phân giải cao theo thời gian thực. Ở đây, truyền thông D2D có thể được sử dụng một cách triệt để, nơi các thiết bị đầu cuối gần nhau (robot và bộ điều khiển từ xa gần nhau). Trong quản lý, điều khiển mạng có thể liên lạc trực tiếp cũng được mong đợi là có thể. Do đó, các công nghệ khác nhau bao gồm truyền thông D2D sẽ giảm thiểu tương tác trung gian không cần thiết với mạng hoặc thiết bị để giảm độ trễ đầu cuối.



**Hình 4.19:** Ví dụ về robot cứu hộ và điều khiển từ xa

Một vấn đề tương tự là điều trị bệnh nhân ở những nơi xa xôi, nơi các bác sĩ không thể dễ dàng ghé thăm mình bằng robot. Nhiều dịch vụ chăm sóc y tế hay phẫu thuật điều khiển từ xa có độ trễ thấp sẽ được tích cực sử dụng. Bệnh nhân chỉ cần đến trạm y tế gần nhất có trang thiết bị hiện đại. Sau đó, các bác sĩ thông qua các robot và hình ba chiều sẽ tiến hành khám chữa bệnh cho bệnh nhân.



**Hình 4.20:** Dịch vụ y tế từ xa cần kiểm soát độ trễ thấp

Dịch vụ kết nối ô tô là một ví dụ điển hình sử dụng độ trễ thấp của 5G để cho phép tự động lái xe dựa trên nhận dạng hình ảnh và truyền thông V2V (Vehicle to Vehicle - Xe đến xe) hay V2I (Vehicle to Infrastructure - Xe đến cơ sở hạ tầng). Đồng thời có thể gửi báo động tai nạn và thông tin về tình trạng đường cũng như xây dựng cơ sở hạ tầng an toàn giao thông thông minh hỗ trợ giao tiếp gần trường giữa các thiết bị đầu cuối trong trường hợp mạng mất kết nối. Cuối cùng, cải tiến sẽ được thực hiện trong các dịch vụ thông tin giải trí ô tô như thực tế ảo, các trò chơi 3D, gọi điện 3D...





**Hình 4.21:** Các dịch vụ xe kết nối

#### 4.2.5. Dịch vụ thông minh dựa trên phân tích dữ liệu

Trong kỷ nguyên 5G, sự tiến bộ của công nghệ dữ liệu dựa trên nhiều thông tin được thu thập sẽ đi trước và điều này sẽ làm tăng các dịch vụ thông minh khác nhau. Các dịch vụ thông minh trước đây chủ yếu được sử dụng cho các mục đích báo cáo bằng cách thu thập một số ít dữ liệu thống kê. Công nghệ phân tích dữ liệu đang phát triển nhanh chóng trong những năm gần đây, phát triển theo cách mà phân tích thông tin trong quá khứ và hiện tại hoặc dự đoán thông tin trong tương lai. Hiện tại, công nghệ phân tích dữ liệu chủ yếu được sử dụng để nâng cao hiệu quả trong kinh doanh cũng như hoạt động và quản lý mạng tổng thể.

Sự kết hợp giữa 5G và công nghệ dữ liệu lớn sẽ vượt xa việc chỉ đơn giản cung cấp thông tin như dịch vụ điều hướng, hướng dẫn về nơi ăn uống tốt nhất, và đưa ra các khuyến nghị về sản phẩm và dịch vụ ... để làm cho cuộc sống hàng ngày trở nên tiện lợi và thoải mái. Ngoài ra, nó sẽ được lồng ghép vào cuộc sống của người dân thông qua dịch vụ cá nhân để có một cuộc sống thông minh giúp tiết kiệm thời gian và chi phí.

Công nghệ công nghệ phân tích dữ liệu trong kỷ nguyên 5G sẽ phát triển thành một dịch vụ trí tuệ nhân tạo cung cấp các dịch vụ liên quan không chỉ nhận thức về tình hình hiện tại mà còn dự đoán tương lai với các xác suất cao cũng như các biện pháp phòng ngừa thích hợp cho sự thuận tiện và an toàn của người dùng. Ví dụ, AI (trí thông minh nhân tạo) việc kết hợp các phân tích dữ liệu và công nghệ nhận diện bối cảnh và áp dụng chúng vào hệ thống 5G. Dịch vụ nhận thức tình huống thời gian thực qua đó thông tin được cung cấp thông qua nhận thức về môi trường xung quanh bao gồm khuôn mặt, đối tượng, cuộc trò chuyện, âm thanh, sử dụng công nghệ nhận thức như học tập và suy diễn chính xác tình hình

và nhu cầu của người sử dụng. Cụ thể hơn, một loạt các thiết bị đầu cuối có thể đeo được (như Smart Glass, Badge Camera, ... nằm trong thể loại IoT sẽ thu thập số lượng lớn dữ liệu trong thời gian thực. Các dữ liệu khác nhau bao gồm hình ảnh có độ phân giải cao sẽ được gửi tới bộ lưu trữ đám mây dung lượng cao. Sau đó, thông qua các phân tích dữ liệu, các kỹ thuật học sâu về trí tuệ nhân tạo trong điện toán đám mây, thông tin về môi trường xung quanh của người dùng như mặt, cuộc trò chuyện, âm thanh, đối tượng, vị trí, vv trở nên có sẵn trong thời gian thực dựa trên các ngữ cảnh được suy ra. Do đó các ngữ cảnh này làm cơ sở cho việc suy ra nhu cầu của người dùng, cho phép cung cấp thông tin tùy chỉnh cho từng người dùng (ví dụ: AR, âm thanh, video, v.v.) trong thời gian thực và không chậm trễ.



**Hình 4.22:** Dịch vụ nhận thức ngữ cảnh thời gian thực thông minh nhân tạo

#### 4.2.6. An toàn công cộng và dịch vụ cứu trợ tai họa

Trong mạng 5G và giống như mạng 4G-LTE, cho phép giao tiếp giữa các nút dịch vụ và do đó tạo ra cấu trúc lệnh thống nhất và khả năng giao tiếp cũng như giúp thu thập và gửi nhiều dữ liệu hơn về tai nạn, thảm họa bằng cách sử dụng cảm biến, camera và micrô. Ngoài ra, thông tin phân tích chính xác như nhận dạng thiên tai và khả năng tiên đoán có thể đạt được thông qua phân tích dữ liệu bằng cách kết nối các cảnh xảy ra truyền tải lưu lượng truy cập với cơ sở dữ liệu do các hãng vận chuyển hoặc chính phủ hiện có. Và bằng cách liên kết với công nghệ đo vị trí, có thể cung cấp các dịch vụ khác biệt như theo dõi tình huống thảm họa và dịch vụ hướng dẫn thoát hiểm.



**Hình 4.23:** Sự tiến triển của dịch vụ cứu trợ thiên tai 5G

### 4.3. Phổ

#### 4.3.1. Các băng tần số yêu cầu của 5G

Phân tích các yêu cầu về tần số mong muốn do lưu lượng truy cập tăng lên trong thời kỳ 5G cho thấy băng thông lên đến 1960 MHz và do đó, xem lại băng tần số khác nhau bao gồm băng tần siêu cao trên 6GHz là để truyền thông 5G.

ITU-R đang xem xét phổ tần cả dưới và trên 6GHz như các băng tần ứng cử viên tiềm năng cho 5G cho mỗi quốc gia và các công ty đã đề xuất băng tần IMT dưới 6 GHz tại ITU-R WP5D (Nhóm công tác 5D) để đề xuất băng tần ứng cử viên 5G tại WRC-15. Hàn Quốc đã đề xuất các băng tần số 1452-1492 MHz, 1980 ~ 2010 MHz, 2170-2200 MHz, 3,6 ~ 4,2 GHz và 4,4-5,0 GHz cho ITU-R và băng tần 1,5 GHz và 3,6 ~ 4,2 GHz, dường như là những ứng cử viên mạnh nhất khi xem xét yêu cầu về tần số hiện tại, yêu cầu 5G và sự hài hòa toàn cầu.

Dải tần số siêu cao trên 6GHz đang trong giai đoạn đầu của việc xem xét và dự kiến sẽ được thảo luận tại WRC-18. Hàn Quốc đã đề xuất các băng tần 13.25-14 GHz, 18.1-18.6 GHz, 24.25-29.5 GHz và 38-39.5 GHz cho ITU-R nhưng vẫn chưa đạt được thỏa thuận. Các băng tần 27-29 GHz và 70-80 GHz có vẻ đầy hứa hẹn khi xem xét các phổ ứng viên trong METIS, FCC.

### 4.3.2. Dự báo nhu cầu tương lai đối với băng tần 5G

Người ta dự đoán rằng vào năm 2020, tổng yêu cầu phổ phát sinh từ sự tăng trưởng lưu lượng truy cập trong thời kỳ 5G là từ 1340 MHz đến 1960 MHz dựa trên các phân tích mật độ người dùng có tính đến nhu cầu thị trường, tiến bộ công nghệ, cách tiếp cận để xây dựng mạng... Ngoài ra, cần phải có băng thông bổ sung khoảng 1000 MHz ở băng siêu cao tần, nhưng điều này có thể khác nhau tùy thuộc vào lưu lượng truy cập thực tế.

ITU-R dự báo khoảng 1340 đến 1960 MHz sẽ cần đến việc phân tích các yêu cầu của RATG 1 (Radio Access Technique Group) (IMT-2000) & RATG 2 (IMT-Advanced) - như thể hiện trong Bảng 3.2 - xem xét nhu cầu thị trường, tiến bộ công nghệ và xây dựng mạng.

Cần thêm một dải phổ tần 1000 MHz cho dải tần số siêu cao (cmWave, mmWave) trên 6 GHz giả định 30% tải của mạng WLAN và vv dựa trên phân tích yêu cầu phổ cho các băng tần hiện tại dưới 6 GHz.

**Bảng 4.2:** Dự báo yêu cầu phổ tần theo ITU-R (2020)

Phân loại	Yêu cầu phổ tần RATG 1	Yêu cầu phổ tần RATG 2	Tổng phổ yêu cầu
Cài đặt mật độ người dùng thấp hơn	440 MHz	900 MHz	1,340 MHz
Cài đặt mật độ người dùng cao hơn	540 MHz	1,420 MHz	1,960 MHz

### 4.4. Kết luận chương 4

Mạng thông tin di động 5G hứa hẹn sẽ đem lại sự thay đổi lớn cho ngành công nghiệp và dịch vụ thông tin di động. Sự thay đổi ở mạng 5G không đơn thuần là sự cải thiện về tốc độ dữ liệu mà còn thay đổi về vị trí, vai trò của thông tin di động trong việc cung cấp các dịch vụ ứng dụng công nghệ mới. Với những kết quả nghiên cứu và triển khai thử nghiệm công nghệ 5G hiện tại cho thấy nỗ lực và tinh thần hợp tác rất lớn của các cơ quan quản lý, tổ chức quốc tế, viện nghiên cứu, nhà khoa học và doanh nghiệp trong quá trình hiện thực hóa tầm nhìn về mạng thông tin di động 5G, nhằm hướng tới một thế giới thông minh hơn, cuộc sống đơn giản hơn trong đó mọi thứ được kết nối và hiểu biết lẫn nhau.

Chương 4 đã trình bày những công nghệ tương ứng với 5 giá trị 5G. Đi kèm với các công nghệ là các kỹ thuật tương ứng tiêu biểu. Dựa trên các kỹ thuật 4G cần nâng cấp lên để hỗ trợ cho 5G và một số kỹ thuật mới để đáp ứng cho dịch vụ IoT. Tuy nhiên, các kỹ thuật này đều có những nhược điểm chung là tính phức tạp trong việc xử lý một lượng tín hiệu khổng lồ và thiết kế phần cứng sao cho hợp lý về mặt chi phí và kích thước nhỏ gọn.

Ngoài ra chương 4 cũng đề cập những dịch vụ tiên tiến mà chỉ có 5G mới đáp ứng nổi, đặc biệt là dịch vụ IoT. Bên cạnh đó, tài nguyên phổ tần số là một vấn đề cần phải được quan tâm. Việt Nam cần nghiên cứu và xác định dải tần số mong muốn khi hệ thống thông tin di động triển khai vào những năm tới.

## KẾT LUẬN

Sau khi nghiên cứu qua đề tài: " TÌM HIỂU MẠNG DI ĐỘNG 5G "nhờ sự giúp đỡ chỉ bảo tận tình của thầy giáo Ths. Mai Văn Lập em đã hiểu thêm nhiều về cấu trúc cũng như công nghệ được áp dụng trong các mạng di động từ mạng 1G, 2G, 3G, 4G và 5G.

Nhờ sự phát triển của công nghệ qua từng thời kỳ mà nó giúp cho con người gắn kết với nhau, cuộc sống văn minh hơn và hiểu biết thêm về lịch sử. Cũng nhờ các mạng di động này nó làm cho con người không còn khoảng cách. Ví dụ như 2 người ở khoảng cách rất xa nhưng nhờ vào công nghệ mạng và các thiết bị đầu cuối khác nhau nó sẽ giúp ta trao đổi tài liệu, thông tin một cách đơn giản nhất, thuận tiện nhất.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1 - ITU-T Focus Group IMT-2020 Deliverables

[www.itu.int/dms\\_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-IMT-2017-2020-PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-IMT-2017-2020-PDF-E.pdf)

2 - ITU towards “IMT for 2020 and beyond”

[www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/default.aspx](http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/default.aspx)

3 - 5G PPP architecture

[5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2017/07/5G-PPP-5G-Architecture-White-Paper-2-Summer-2017\\_For-Public-Consultation.pdf](http://5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2017/07/5G-PPP-5G-Architecture-White-Paper-2-Summer-2017_For-Public-Consultation.pdf)

4 - 5G SKT

[5g.co.uk/white-papers/sk-telecom-5g-whitepaper/](http://5g.co.uk/white-papers/sk-telecom-5g-whitepaper/)

5 - ITU

[www.itu.int](http://www.itu.int)

6 - 5G PPP of Huawei

[5g-ppp.eu](http://5g-ppp.eu)

7 - IEEE – 5G

[www.ieeeexplore.ieee.org](http://www.ieeeexplore.ieee.org)

<b>LỜI CẢM ƠN</b>	<b>8</b>
-------------------	----------

<b>DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT</b>	<b>9</b>
-----------------------------	----------

<b>CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG</b>	<b>13</b>
--	-----------

<b>1. Giới thiệu chung</b>	<b>13</b>
----------------------------	-----------

<b>1.1. Lịch sử ra đời và phát triển</b>	<b>13</b>
--	-----------

<b>1.2. Phân loại hệ thống thông tin di động</b>	<b>14</b>
--	-----------

<b>1.2.1. Phân loại theo đặc tính tín hiệu.</b>	<b>14</b>
---	-----------

<b>1.2.2. Phân loại theo cấu trúc hệ thống</b>	<b>15</b>
--	-----------

<b>1.2.3. Phân loại theo phương thức đa truy nhập vô tuyến</b>	<b>15</b>
--	-----------

<b>1.2.4. Phân loại theo phương thức song song</b>	<b>17</b>
--	-----------

<b>2. Một số thế hệ mạng di động</b>	<b>17</b>
--------------------------------------	-----------

<b>2.1. Hệ thống thông tin di động thế hệ 1G (First Generation)</b>	<b>19</b>
---	-----------

<b>2.2. Hệ thống thông tin di động thế hệ 2G (Second Generation)</b>	<b>22</b>
--	-----------

<b>2.3. Hệ thống thông tin di động thế hệ 3G (Third Generation)</b>	<b>23</b>
---	-----------

<b>3. Kết luận chương I</b>	<b>25</b>
-----------------------------	-----------

<b>CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ TRONG HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G</b>	<b>26</b>
---	-----------

<b>1. Giới thiệu chung</b>	<b>26</b>
----------------------------	-----------

<b>2. Mô hình cấu trúc mạng 4G</b>	<b>27</b>
------------------------------------	-----------

<b>2.1. Yêu cầu cấu trúc mạng mới của mạng 4G</b>	<b>27</b>
---	-----------

<b>2.1.1. Hệ thống mạng có tính năng tích hợp</b>	<b>27</b>
---	-----------

<b>2.1.2. Hệ thống mạng có tính mở</b>	<b>28</b>
--	-----------

<b>2.1.3. Hệ thống mạng phải đảm bảo chất lượng dịch vụ cho các ứng dụng đa phương tiện trên nền IP</b>	<b>28</b>
---	-----------

<b>2.1.4. Hệ thống mạng phải đảm bảo tính an toàn, bảo mật thông tin</b>	<b>28</b>
--	-----------

<b>2.1.5. Hệ thống mạng phải đảm bảo tính di động và tốc độ</b>	<b>29</b>
---	-----------

<b>2.2. Một số kỹ thuật mới nhằm làm tăng tốc độ đường truyền</b>	<b>29</b>
---	-----------

<b>2.2.1. Sử dụng anten thông minh</b>	<b>29</b>
--	-----------

<b>2.2.2. Sử dụng các điều chế và mã hóa thích ứng (AMC - Adaptation and Modulation Coding)</b>	<b>30</b>
---	-----------



2.2.3. Ghép kênh phân chia tần số trực giao OFDM	30
2.3. Mô hình cấu trúc mạng 4G	33
3. Công nghệ mạng 4G	35
3.1. Công nghệ tiền 4G	35
3.1.1. Giới thiệu	35
3.1.2. Cấu trúc mạng LTE	35
3.1.2.1. Mạng truy nhập vô tuyến	37
3.1.2.2. Mạng Core	38
3.1.2.3. Kiến trúc Roaming	38
3.2. Công nghệ LTE Advanced của thế hệ 4G	39
3.2.1. Kết hợp sóng mang	41
3.2.2. Giải pháp đa anten cải tiến - MIMO	42
3.2.2.1. Mô hình hệ thống MIMO (Multiple Input Multiple Output)	43
3.2.2.2. Hệ thống Single user MIMO (SU-MIMO)	44
3.2.2.3. Hệ thống Multi User MIMO (MU – MIMO)	45
3.2.2.4. Sự khác nhau ở bộ thu nhận trong LTE và LTE-Advanced	45
3.2.3. Truyền dẫn đa điểm phối hợp	46
3.2.4. Các bộ lặp và các nút chuyển tiếp	47
3.2.4.1. Các bộ lặp.	47
3.2.4.2. Các nút chuyển tiếp.	47
4. Kết luận chương 2	49
<b>CHƯƠNG 3</b>	<b>50</b>
<b>3.1. SỐ LIỆU THỰC TẾ VÀ THÁCH THỨC</b>	<b>50</b>
3.1.1. Những số liệu thực tế	50
3.1.2. Thách thức đối với hệ thống thông tin di động thứ 5	52
<b>3.2. CÁC YÊU CẦU CHÍNH CHO HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 5G</b>	<b>53</b>
<b>3.3. KHÁI NIỆM VÀ KIẾN TRÚC</b>	<b>55</b>
3.3.1. Dịch vụ đổi mới	56
3.3.2. Nền tảng cho phép (Enabling Platform)	57

<b>3.3.3. Cơ sở hạ tầng siêu kết nối</b>	<b>58</b>
<b>3.4. CÁC CÔNG NGHỆ CHO PHÉP</b>	<b>60</b>
<b>3.5. KẾT LUẬN CHƯƠNG 3</b>	<b>62</b>
<b>4.1. CÁC CÔNG NGHỆ 5G</b>	<b>63</b>
<b>4.1.1. Trải nghiệm người dùng thực tế và xử lý nội dung 5G</b>	<b>63</b>
<b>4.1.2. Xử lý hiệu quả và truyền tải đa phương tiện</b>	<b>65</b>
<b>4.1.3. Mạng toàn cầu dựa trên nền tảng đám mây</b>	<b>66</b>
<b>4.1.4. Mạng thông minh và tối ưu hóa mạng dựa trên những phân tích</b>	<b>67</b>
<b>4.1.5. Mạng lưới vận tải linh hoạt / nhanh</b>	<b>68</b>
<b>4.1.6. Kiến trúc mạng ngoài</b>	<b>70</b>
<b>4.1.6.1. Truyền thông Trực tiếp D2D</b>	<b>70</b>
<b>4.1.6.2. Multi-RAT</b>	<b>72</b>
<b>4.1.6.3. Mạng di chuyển MN</b>	<b>73</b>
<b>4.1.7. Hoạt động nâng cao cho Multi-cell</b>	<b>74</b>
<b>4.1.8. Cell nhỏ, siêu dày đặc</b>	<b>75</b>
<b>4.1.9. Băng tần rộng RF &amp; chùm tia 3D</b>	<b>76</b>
<b>4.1.10 Tăng cường công nghệ nhiều anten và Massive MIMO</b>	<b>78</b>
<b>4.1.11. Nâng cao IoT và dạng sóng mới</b>	<b>82</b>
<b>4.2. DỊCH VỤ</b>	<b>84</b>
<b>4.2.1. Dịch vụ IoT (Internet of Things)</b>	<b>84</b>
<b>4.2.2. Hình ba chiều và dịch vụ gọi 3D hologram</b>	<b>85</b>
<b>4.2.3. Dịch vụ AR / VR hấp dẫn quy mô lớn</b>	<b>86</b>
<b>4.2.4. Dịch vụ trẻ cực thấp</b>	<b>87</b>
<b>4.2.5. Dịch vụ thông minh dựa trên phân tích dữ liệu</b>	<b>89</b>

<b>4.2.6. An toàn công cộng và dịch vụ cứu trợ tai hoạ</b>	<b>90</b>
<b>4.3. PHỔ</b>	<b>91</b>
<b>4.3.1. Các băng tần số yêu cầu của 5G</b>	<b>91</b>
<b>4.3.2. Dự báo nhu cầu tương lai đối với băng tần 5G</b>	<b>92</b>
<b>4.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 4</b>	<b>92</b>
<b>KẾT LUẬN</b>	<b>94</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	<b>95</b>