**I. Tổng quan 5G**

5G là thế hệ thứ 5 của công nghệ mạng di động. Các kế hoạch mà ITU đề ra:

Băng rộng di động nâng cao (eMMB): tập trung vào việc cung cấp tốc độ dữ liệu cao , yêu cầu đề ra 10 Gb/s (UL) và 20Gb/s (DL), ứng dụng trong việc stream video 4K,8K,…

Truyền thông độ tin cậy cực cao và độ trễ thấp (URLLC): nhắm đến việc cung cấp kết nối cực kỳ đáng tin cậy và độ trễ rất thấp, yêu cầu đề ra trễ mặt phẳng người dùng 0.5 ms, độ tin cậy 99.9999%. , ứng dụng trong xe tự lái, phẫu thuật từ xa,…

Truyền thông kiểu máy số lượng lớn (mMTC): tập trung hỗ trợ kết nối một lượng lớn thiết bị IoT. Yêu cầu mật độ kết nối 1000000 km­­-2 , ứng dụng trong smart city, smart building,…

Một số công nghệ của 5G là: massive MIMO (Sử dụng số lượng lớn anten trong một trạm gốc để tăng cường khả năng truyền và nhận tín hiệu), Beamforming (Kỹ thuật điều chỉnh hướng phát sóng của tín hiệu để tập trung năng lượng vào các thiết bị cụ thể, thay vì phát tán đồng đều ra mọi hướng),…

**1. Tổng quan về kiến trúc mạng 5G – Các node mạng chính**

*Kiến trúc mạng 5G:*A diagram of a wireless network

Description automatically generated with medium confidence

Kiến trúc mạng gồm 3 thành phần chính là UE, NG-RAN, 5GC.

UE: là các thiết bị đầu cuối, các thiết bị di động như điện thoại, thiết bị IoT,…

NG-RAN: các trạm phát sóng cung cấp kết nối không dây giữa UE và mạng lõi, chịu trách nghiệm xử lý các chức năng liên quan đến giao diện không dây, quản lý tài nguyên vô tuyến và truyền dẫn dữ liệu.

5GC là phần trung tâm của mạng 5G, chịu trách nhiệm quản lý và điều phối toàn bộ quá trình kết nối, truyền thông và dịch vụ trên mạng. 5GC có nhiều khối thực hiện các chức năng khác nhau, đặc biệt là UPF xử lí dữ liệu người dùng và AMF thực hiện chức năng quản lí truy cập. Ngoài ra còn một số khối chức năng như SMF chịu trách nhiệm quản lí các phiên kết nối dữ liệu giữa UE và mạng, PCF liên quan đến việc quản lí các chính sách phân bổ tài nguyên mạng và kiểm soát chất lượng dịch vụ, UDM chức năng quản lý dữ liệu và thông tin người dùng.

Để triển khai mạng 5G, có 2 loại kiểu kiến trúc chính là NSA và SA.

|  |  |
| --- | --- |
| Kiến trúc SA | Kiến trúc NSA |

(Control plane: Mặt phẳng điều khiển dành cho các chức năng như truyền tín hiệu như thiết lập kết nối, quản lý tài nguyên; User plane : Mặt phẳng người dùng dành cho các chức năng truyền dữ liệu thực tế như lướt web, xem phim,…)

Đối với kiến trúc NSA: Mục tiêu cuối cùng là tăng kích thước của luồng dữ liệu bằng cách kết hợp của cả mạng 5G và 4G . Cả eNB và gNB đều kết nối tới 4G Core(EPC), trong đó eNB quản lý tất cả các chức năng điều khiển. Bởi NSA hoạt động dựa trên sự sẵn có của 4G LTE, nên các nhà khai thác mạng sẽ nhanh chóng bước vào thị trường 5G hơn. Ưu điểm: triển khai nhanh chóng do dựa trên cơ sở hạ tầng của 4G, chỉ thêm gNB vào mạng 4G, hỗ trợ kĩ thuật eMBB. Tuy nhiên hạn chế phải kể đến là chỉ hỗ trợ eMBB, không hỗ trợ mMTC hay URLLC.

Đối với kiến trúc SA. Một hệ thống mạng độc lập không phụ thuộc vào 4G LTE, cả User plane và Control plane đều liên kết với gNB. Thiết bị đầu cuối kết nối với gNB , gNB sẽ được kết nối trực tiếp tới 5G Core. Ưu điểm kể đến là hỗ trợ các mục tiêu đề ra eMBB, URLLC hay eMTC, nhược điểm là đòi hỏi cơ sở hạ tầng, trang thiết bị mới hoàn toàn.

**2. Chồng giao thức tại gNB**

Giao thức là một tập hợp các quy tắc hoặc thủ tục để truyền dữ liệu giữa các thiết bị điện tử. Chồng giao thức là một tập hợp các giao thức được sử dụng trong mạng truyền thông.

A diagram of a diagram

Description automatically generated with medium confidence

Chồng giao thức gNB tại Control Plane

A diagram of a diagram

Description automatically generated

Chồng giao thức gNB tại User Plane

A diagram of a computer program

Description automatically generated

***Layer 3***

Tùy vào giao diện mà các giao thức khác nhau được sử dụng:

* Radio Resource Control – RRC
* Ng Application Protocol – NgAP
* Xn Application Protocol – XnAP
* F1 Application Protocol – F1AP

A diagram of a graph

Description automatically generated

1. Giao thức RRC – Giao thức điều khiển tài nguyên vô tuyến.

RRC chịu trách nhiệm quản lý kết nối giữa UE và mạng.

Một số chức năng chính:

*Phát sóng thông tin hệ thống***:** RRC phát sóng các thông tin hệ thống cần thiết đến tất cả các UE, như cấu hình mạng, tham số truy cập và các dịch vụ có sẵn. Thông tin này rất quan trọng để UE khởi tạo giao tiếp và duy trì kết nối với mạng.

*Quản lý kết nối RRC:* RRC quản lý việc thiết lập, duy trì và giải phóng các kết nối RRC. Điều này bao gồm việc thiết lập kết nối khi UE khởi tạo giao tiếp, duy trì kết nối trong quá trình giao tiếp và giải phóng kết nối khi không còn cần thiết.

*Quản lý di động và QoS***:** RRC hỗ trợ các chức năng di động như handover (chuyển đổi từ một ô sang một ô khác) và quản lý QoS để đảm bảo UE trải nghiệm dịch vụ liên tục với mức độ hiệu suất yêu cầu.

Một số bản tin RRC messages: MIB, SIB, RRC Paing, RRC setup, RRC request, RRC reconfiguration,…

2. Giao thức ứng dụng NgAP

NgAP quản lý việc liên lạc giữa gNodeB và lõi 5G. Nó được sử dụng cho cả mặt phẳng điều khiển và trao đổi tín hiệu.

Một số chức năng chính như:

*Quản lý phiên:* NgAP hỗ trợ quản lý các phiên tín hiệu giữa gNodeB và 5GC, như khởi tạo hoặc kết thúc một phiên.

*Đánh thức UE:* NgAP chịu trách nhiệm đánh thức UE, tức là cảnh báo chúng về các liên lạc đến như cuộc gọi hoặc dữ liệu.

*Kiểm soát bảo mật***:** NgAP cũng đóng góp vào việc bảo mật thông tin liên lạc giữa UE và 5GC bằng cách hỗ trợ các quy trình xác thực và mã hóa.

Một số bản tin NgAP messages: NgAP setup, NgAP Handover, NgAP Paging.

3. Giao thức ứng dụng XnAP

XnAP được sử dụng cho việc liên lạc giữa các gNodeB khác nhau, đặc biệt là để hỗ trợ chuyển giao liên gNodeB và quản lý tài nguyên được chia sẻ giữa các gNodeB.

Một số chức năng chính:

*Quản lý chuyển giao:* XnAP quản lý việc chuyển giao khi UE di chuyển từ khu vực phủ sóng của một gNodeB sang một gNodeB khác, đảm bảo UE vẫn kết nối và ít bị gián đoạn nhất có thể.

*Cân bằng tải:* XnAP có thể được sử dụng để cân bằng tải lưu lượng giữa nhiều gNodeB, tối ưu hóa hiệu suất và hiệu quả mạng.

*Liên lạc giữa các gNodeB:* XnAP hỗ trợ việc trao đổi thông tin điều khiển giữa các gNodeB, điều này rất cần thiết cho các hoạt động phối hợp như quản lý di động và giảm thiểu nhiễu.

***Layer 2***

Cấu trúc đường xuống và đường lên của Layer 2.

A diagram of a network

Description automatically generatedA diagram of a computer network

Description automatically generated

*Lớp SDAP*

Gồm ó 2 chức năng chính là: Ánh xạ giữa luồng QoS và kênh dữ liệu vô tuyến; Đánh dấu ID luồng QoS (QFI) trong cả gói DL và UL.

*Ánh xạ giữa luồng QoS và kênh dữ liệu vô tuyến*

Trong 5G, mỗi luồng dữ liệu có thể yêu cầu một mức QoS khác nhau (ví dụ: độ trễ thấp cho cuộc gọi thoại, băng thông cao cho streaming video). Lớp SDAP sẽ ánh xạ luồng QoS tương ứng với một hoặc nhiều kênh dữ liệu vô tuyến phù hợp.

*Đánh dấu ID luồng QoS (QFI)*

Mỗi gói dữ liệu được truyền qua lớp SDAP đều được gán một ID luồng QoS (QFI). QFI này sẽ được đánh dấu trong cả gói dữ liệu DL và UL. QFI giúp phân biệt và quản lý các luồng QoS khác nhau trong mạng, từ đó điều chỉnh tài nguyên mạng phù hợp với yêu cầu của từng luồng.

*Lớp PDCP*

Một số chức năng chính của lớp này là: Đánh số thứ tự; Mã hóa & Toàn vẹn dữ liệu, Nén tiêu đề.

*Đánh số thứ tự:*

Mỗi gói dữ liệu (PDCP PDU) được đánh số thứ tự duy nhất bằng một *Sequence Number*. Điều này giúp đảm bảo rằng các gói dữ liệu có thể được tái sắp xếp theo đúng thứ tự khi đến đích, đặc biệt quan trọng trong các kết nối dữ liệu nơi mà thứ tự nhận được các gói là quan trọng (như truyền video, gọi điện). Sequence Number cũng hỗ trợ trong việc phát hiện và xử lý mất gói tin, đảm bảo rằng không có gói nào bị mất mà không được phát hiện.

*Mã hóa và toàn vẹn dữ liệu:*

*Mã hóa:* PDCP có thể mã hóa các gói dữ liệu để bảo vệ nội dung khỏi việc bị truy cập trái phép. Việc mã hóa này đảm bảo rằng ngay cả khi gói dữ liệu bị chặn trên đường truyền, kẻ tấn công cũng không thể đọc được nội dung. Ví dụ như thuật toán AES – 128.

*Bảo vệ toàn vẹn***:** PDCP cũng hỗ trợ bảo vệ toàn vẹn dữ liệu bằng cách thêm một mã kiểm tra toàn vẹn vào mỗi gói dữ liệu. Điều này giúp đảm bảo rằng gói dữ liệu không bị thay đổi trong quá trình truyền tải.

*Nén tiêu đề*

Các gói dữ liệu thường có một phần tiêu đề (header) lớn, chứa thông tin điều khiển như địa chỉ nguồn, đích, loại dịch vụ, v.v. Để giảm kích thước của gói tin và tăng hiệu quả sử dụng băng thông, PDCP có thể nén tiêu đề này. Ví dụ như thuật toán ROHC- hoạt động bằng cách chỉ gửi đi như thông tin sai khác.

*Lớp RLC*

Một số chức năng chính:

*Lớp con RLC hỗ trợ 3 chế độ truyền:*

*Transparent Mode (TM)*: là chế độ đơn giản nhất của RLC, không thực hiện bất kỳ xử lý nào trên dữ liệu.

*Unacknowledged Mode (UM)*: cung cấp một mức độ dịch vụ cao hơn so với TM, với một số chức năng kiểm tra lỗi cơ bản nhưng không có cơ chế xác nhận nhận gói.

*Acknowledged Mode (AM):* là chế độ phức tạp nhất và cung cấp mức độ dịch vụ cao nhất, với các cơ chế để đảm bảo dữ liệu được truyền chính xác và đầy đủ.

*Phân đoạn và tái phân đoạn*

*Phân Đoạn:* Để chia một đơn vị dữ liệu lớn thành các phần nhỏ hơn (Protocol Data Units - PDUs) có thể được xử lý bởi các lớp dưới của ngăn xếp giao thức.

*Tái Phân Đoạn:* Xử lý các trường hợp khi một đơn vị dữ liệu đã được phân đoạn thành các PDU nhỏ hơn và cần được tái hợp tại đầu nhận.Lớp RLC ở phía nhận tái hợp các dữ liệu đã phân đoạn về dạng ban đầu trước khi truyền lên các lớp cao hơn.

*Sửa lỗi thông qua ARQ*

*Mục đích:* Để đảm bảo truyền dữ liệu đáng tin cậy bằng cách xử lý lỗi và mất dữ liệu.

*Hoạt động***:** Người gửi chờ nhận được xác nhận (ACK) từ người nhận. Nếu không nhận được xác nhận trong một khoảng thời gian nhất định, người gửi sẽ truyền lại dữ liệu. ARQ hoạt động trong chế độ AM để cung cấp cơ chế sửa lỗi này.

*Lớp MAC*

*Ánh xạ các kênh logic – transport*

A diagram of a network

Description automatically generated

*Ở đường xuống:*

BCCH có thể được ánh xạ tới BCH

PCCH có thể được ánh xạ tới PCH

BCCH, CCCH, DCCH, DTCH có thể được ánh xạ tới DL-SCH

*Ở đường lên:*

CCCH, DCCH, DTCH có thể được ánh xạ tới UL-SCH

*HARQ:*

Cơ chế kết hợp giữa ARQ và FEC để cung cấp khả năng sửa lỗi mạnh mẽ hơn. HARQ kết hợp Yêu cầu Tự động lặp lại (ARQ) với mã sửa lỗi trước (FEC). Khi một gói dữ liệu được truyền đi, thiết bị nhận gửi phản hồi (ACK) hoặc phản hồi tiêu cực (NACK) trở lại thiết bị truyền. Nếu nhận được NACK, lớp MAC sẽ khởi xướng việc truyền lại gói dữ liệu. HARQ cải thiện độ tin cậy và hiệu quả bằng cách sử dụng dự phòng gia tăng, trong đó mỗi lần truyền lại chứa thông tin sửa lỗi bổ sung để cải thiện khả năng giải mã thành công.

*Multiplexing/ de-multiplexing:*

*Multiplexing*: Điều này liên quan đến việc kết hợp nhiều kênh logic thành một kênh transport duy nhất trước khi truyền. Điều này là cần thiết vì lớp vật lý chỉ có thể xử lý một số lượng kênh transport nhất định cùng một lúc. Lớp MAC kết hợp dữ liệu từ các kênh logic khác nhau vào các kênh vận chuyển dựa trên mức ưu tiên và yêu cầu QoS (Chất lượng dịch vụ).

*De-multiplexing:* Ở đầu nhận, lớp MAC phân tách dữ liệu từ các kênh transport trở lại các kênh logic.

Luồng dữ liệu của Layer 2

A screenshot of a computer screen

Description automatically generated

**Layer 1**

Một số chức năng của tầng vật lý là: Mã hóa kênh, Điều chế, Precoding.

*Mã hóa kênh:*

Là kỹ thuật được sử dụng để cải thiện độ tin cậy của dữ liệu truyền qua kênh không dây bằng cách thêm thông tin dư. Điều này giúp phát hiện và sửa lỗi xảy ra trong quá trình truyền.

Kỹ thuật chính: LDPC thêm vào các ma trận bit để kiểm tra lỗi

*Điều chế:*

Điều chế là quá trình chuyển đổi dữ liệu số thành tín hiệu vô tuyến để truyền qua kênh không dây. Điều chế quyết định cách dữ liệu được mã hóa vào các sóng mang và ảnh hưởng đến hiệu suất truyền tải.

Một số kỹ thuật như: QPSK – sử dụng chủ yếu trong các kênh điều khiển, 16 – QAM, 64 - QAM – sử dụng trong các kênh chia sẻ yêu cầu bang thông cao.

*Precoding*

Precoding là kỹ thuật được sử dụng để cải thiện hiệu suất truyền tải bằng cách xử lý tín hiệu trước khi truyền qua ăng-ten. Nó giúp giảm thiểu các ảnh hưởng của nhiễu và cải thiện khả năng phân bố tài nguyên không dây.

*Kỹ thuật chính:* Trong 5G NR, tiền mã hóa thường bao gồm:

*Linear Precoding:* Sử dụng ma trận tiền mã hóa để điều chỉnh tín hiệu truyền tới các ăng-ten, nhằm cải thiện chất lượng và hiệu suất truyền tải. Linear precoding có thể giảm thiểu nhiễu xuyên kênh và tăng cường khả năng phân bố tài nguyên.

*Non-Linear Precoding:* Được sử dụng trong các kỹ thuật như SC-FDMA trong kênh truyền uplink để giảm thiểu hiệu ứng nhiễu trong các điều kiện kênh phức tạp.

3. Tổng quan về gNB và các thành phần

gNodeB là trạm gốc trong mạng 5G, chịu trách nhiệm xử lý các kết nối không dây và giao tiếp với mạng lõi 5G. Nó cung cấp các dịch vụ truy cập vô tuyến và điều khiển tài nguyên cho các thiết bị di động trong vùng phủ sóng của nó. gNB bao gồm nhiều thành phần và giao diện để thực hiện các chức năng này.

A diagram of a network

Description automatically generated

*Các thành phần chính của gNB*

1. CU (Central Unit - Đơn vị Trung tâm):

*CU-CP (Central Unit-Control Plane):* Xử lý các chức năng điều khiển như quản lý kết nối RRC, điều khiển tài nguyên vô tuyến, và thực hiện các thủ tục điều khiển mạng. Trao đổi các bản tin báo hiệu với thiết bị di động, mạng lõi và các nút khác, đồng thời xử lý các bản tin đó bằng các chức năng mức cao như mã hóa và giải mã. Điều khiển một hoặc nhiều mặt phẳng người dùng khối trung tâm gNB (gNB-CU-UP).

*CU-UP (Central Unit-User Plane)*: Xử lý lưu lượng dữ liệu người dùng, bao gồm chức năng mã hóa, giải mã, và phân phối dữ liệu.

1. DU (Distributed Unit - Đơn vị Phân tán):

Thực hiện các chức năng lớp thấp hơn như xử lý lớp MAC, RLC, và PHY. DU chịu trách nhiệm quản lý tài nguyên vô tuyến và xử lý các tín hiệu vô tuyến.

1. RU (Radio Units - Đơn vị Vô tuyến):

Thực hiện các chức năng liên quan đến RF (tần số vô tuyến) như truyền và nhận tín hiệu vô tuyến, quản lí anten,

1. **Luồng viễn thông cơ bản**
2. Thủ tục Cell Searchg

*A diagram of a cell line

Description automatically generated*

Thủ tục Cell Search trong mạng 5G là quá trình mà UE có được sự đồng bộ thời gian và tần số với một ô và phát hiện ra ID ô của ô đó.

Mục đích của thủ tục này bao gồm:

1. *Đồng bộ thời gian và tần số*: Đảm bảo rằng UE và gNodeB đồng bộ với nhau về thời gian và tần số.
2. *Nhận diện cell:* UE nhận diện và phân biệt các cell khác nhau của mạng 5G dựa trên các tín hiệu phát ra từ gNodeB.
3. *Tìm kiếm các cell lân cận:* UE xác định danh sách các cell lân cận để hỗ trợ các thủ tục như chuyển giao (handover).

*Luồng bản tin của thủ tục Cell Search:*

B1. UE điều chỉnh tới tần số cụ thể

UE chọn tần số dựa trên danh sách được định trước hoặc cấu hình từ mạng.

B2. Phát hiện và giải mã SSB

Phát Hiện SSB: UE cố gắng phát hiện Khối Tín Hiệu Đồng Bộ (SSB), bao gồm Tín Hiệu Đồng Bộ Chính (PSS) và Tín Hiệu Đồng Bộ Phụ (SSS). Những tín hiệu này giúp UE đồng bộ với ô và lấy ID Ô Vật Lý (PCI).

Nếu phát hiện thất bại: Nếu UE không thể phát hiện SSB, nó quay lại bước đầu tiên và thử một tần số khác.

B3. Giải mã PBCH

Khi UE phát hiện thành công PSS/SSS, nó sau đó cố gắng giải mã PBCH chứa MIB.

B4. Giải mã MIB

MIB cung cấp thông tin quan trọng như số khung hệ thống, khoảng cách tần số con, và cấu hình của SSB.

B5. Tìm CORESET0 dựa trên MIB.pdcch-ConfigSIB1

Vị Trí CORESET0: Sử dụng thông tin từ MIB, đặc biệt là pdcch-ConfigSIB1, UE tìm vị trí của Bộ Tài Nguyên Điều Khiển 0 (CORESET0), được sử dụng cho Kênh Điều Khiển Đường Xuống Vật Lý (PDCCH) và Thông Tin Điều Khiển Đường Xuống (DCI) cho truyền SIB1.

B6. Giải mã DCI 1\_0

UE thực hiện giải mã mù để tìm DCI 1\_0, chứa thông tin lập lịch cho truyền đường xuống và đường lên.

Dựa trên nội dung của DCI 1\_0, UE xác định lập lịch của PDSCH chứa SIB1. Việc giải mã yêu cầu UE biết một số cấu hình như Phân Bố Tài Nguyên Theo Thời Gian từ các bảng định trước trong quy chuẩn 3GPP.

B7. Phát hiện giải mã PDSCH chứa SIB1

UE phát hiện và giải mã Kênh Chia Sẻ Đường Xuống Vật Lý (PDSCH) chứa Khối Thông Tin Hệ Thống 1 (SIB1).

Trong quá trình tìm kiếm ô (cell search) và thu thập thông tin hệ thống, việc xác định và giải mã SIB1 là rất quan trọng vì :

*SIB1 chứa thông tin hệ thống cơ bản* mà UE cần để truy cập vào mạng. Điều này bao gồm các tham số cần thiết để thiết lập kết nối ban đầu và duy trì kết nối với mạng.

*SIB1 cung cấp thông tin cấu hình:*

*Thời gian và lịch biểu:* Cấu hình về thời gian và lịch biểu giúp UE đồng bộ hóa và biết khi nào cần truy cập vào các tài nguyên cụ thể.

*Thông tin về các khối thông tin hệ thống khác:* SIB1 có thể chỉ ra sự tồn tại và vị trí của các SIB khác, cung cấp thông tin chi tiết hơn về cấu hình mạng.

*Mapping bản tin qua các kênh transport và physical*

1. Synchronization Signal (SS) Detection

* PSS/SSS: Các tín hiệu PSS (Primary Synchronization Signal) và SSS (Secondary Synchronization Signal) được phát qua kênh vật lý đặc biệt:
  + Physical Channels: PSS và SSS được truyền trên kênh SS/PBCH block.

2. Physical Broadcast Channel (PBCH) Decoding

* PBCH: UE giải mã kênh PBCH để lấy thông tin từ MIB (Master Information Block).
  + Physical Channel: PBCH được truyền trên kênh vật lý PBCH.
  + Transport Channel: BCH (Broadcast Channel).

3. System Information Acquisition

* SIB1: Thông tin hệ thống ban đầu được phát qua kênh vật lý và kênh truyền tải đặc biệt.
  + Physical Channel: PDSCH (Physical Downlink Shared Channel).
  + Transport Channel: DL-SCH (Downlink Shared Channel).

1. Thủ tục RACH:

Trong 5G NR (New Radio), thủ tục RACH (Random Access Channel) đóng một vai trò quan trọng trong việc thiết lập kết nối giữa thiết bị di động (UE) và trạm gốc (gNodeB).

*Mục đích của Thủ tục RACH trong 5G NR*

1. *Khởi tạo Kết nối:* Thủ tục RACH giúp UE thiết lập kết nối với gNodeB khi UE cần kết nối mạng lần đầu tiên hoặc khi cần yêu cầu tài nguyên radio.
2. *Cung cấp Tài nguyên Radio***:** Thủ tục RACH cho phép gNodeB cấp phát tài nguyên radio cho UE để thực hiện các yêu cầu như chuyển vùng (handover), yêu cầu dịch vụ, hoặc khi thiết bị cần truy cập mạng.
3. *Thiết lập Kênh Điều khiển***:** RACH giúp UE thiết lập kênh điều khiển với gNodeB để thực hiện các giao tiếp điều khiển và trao đổi thông tin điều khiển cần thiết.

*Luồng Thủ tục Bản tin L3*

Có 2 loại thủ tục RACH: Dựa trên tranh chấp và không dựa trên tranh chấp

*Thủ tục RACH dựa trên tranh chấp:*

A blue and white background

Description automatically generatedA screenshot of a computer program

Description automatically generated

Msg1 (Truyền Preamble): UE chọn một preamble truy cập ngẫu nhiên từ một tập hợp các preamble được xác định trước. Các preamble này có thể được chia thành hai loại: Định dạng Preamble ngắn và Preamble dài. UE cũng chọn một số thứ tự ngẫu nhiên cho preamble. Sau khi chọn preamble và số thứ tự, UE truyền preamble trên PRACH.

Msg2 (Phản hồi truy cập ngẫu nhiên): Khi nhận được Msg1, gNB (trạm gốc 5G) sẽ gửi phản hồi có tên là Msg2. Msg2 bao gồm một số thông tin quan trọng, chẳng hạn như lệnh Time Advance (TA) để điều chỉnh thời gian, RAPID (ID Preamble truy cập ngẫu nhiên) khớp với preamble do UE gửi và cấp quyền uplink ban đầu cho UE. gNB cũng chỉ định một mã định danh tạm thời có tên là RA-RNTI (Mã định danh tạm thời của mạng vô tuyến truy cập ngẫu nhiên) cho UE.

Msg3: Sử dụng quyền cấp uplink ban đầu được cung cấp trong Msg2, UE truyền Msg3 trên PUSCH). Msg3 có thể mang một thông báo RRC nhất định (ví dụ: RrcRequest) hoặc chỉ là dữ liệu PHY thuần túy.

Msg4 (Giải quyết tranh chấp): Sau khi xử lý Msg3, gNB gửi Msg4 đến UE. Msg4 là dữ liệu MAC dùng để Giải quyết tranh chấp. Thông báo Giải quyết tranh chấp chứa danh tính của UE, xác nhận rằng gNB đã xác định đúng UE và tranh chấp đã được giải quyết. Ở bước này, mạng cung cấp cho UE C-RNTI (Mã định danh tạm thời của mạng vô tuyến di động)

A screenshot of a computer

Description automatically generated

*Giải thích quy trình*

* Trong quy trình này, nhiều UE có thể chọn cùng một tiền tố truy cập ngẫu nhiên và gửi nó đến trạm gốc (eNodeB trong LTE hoặc gNodeB trong 5G).
* Vì nhiều UE có thể chọn cùng một phần mở đầu nên có khả năng xảy ra "tranh chấp" hoặc xung đột.
* Sau khi gửi phần mở đầu, các UE chờ phản hồi từ trạm gốc. Nếu nhận được phản hồi hợp lệ, họ sẽ tiến hành gửi thông tin bổ sung để giải quyết tranh chấp.
* Sau đó, mạng xác nhận quyền truy cập thành công của một trong các UE đang tranh chấp bằng cách sử dụng một mã định danh duy nhất (ví dụ: C-RNTI). Các UE không nhận được xác nhận sẽ biết rằng đã xảy ra va chạm và chúng sẽ khởi tạo quy trình lùi lại trước khi thử lại.
* Phương pháp này thường được sử dụng để truy cập ban đầu khi UE không được đồng bộ hóa với mạng hoặc khi mạng không có thông tin lập lịch trước về UE.

*Thủ tục RACH không dựa trên tranh chấp*

Quy trình RACH này thông thường có 2 bước:

UE <--NW : Gán phần mở đầu RACH (PRACH) (Điều này được thực hiện bởi Cấu hình RRC, không phải là một phần chính xác của Quy trình RACH)

UE --> NW: Phần mở đầu RACH (RA-RNTI, chỉ báo kích thước tin nhắn L2/L3)

UE <--NW: Phản hồi truy cập ngẫu nhiên (Timing Advance, C-RNTI, UL cấp cho tin nhắn L2/L3)

*Giải thích quy trình:*

* Trong quy trình này, mạng cung cấp các tài nguyên truy cập ngẫu nhiên chuyên dụng cho các UE cụ thể, đảm bảo không có tranh chấp hoặc xung đột.
* UE sử dụng phần mở đầu chuyên dụng do mạng cung cấp để khởi tạo quy trình RACH.
* Vì các nguồn lực đã được dành riêng nên không cần phải có quy trình giải quyết tranh chấp.
* Phương pháp này thường được sử dụng trong các tình huống mà mạng có kiến ​​thức trước về ý định bắt đầu giao tiếp của UE. Ví dụ, nó có thể được sử dụng cho các thủ tục chuyển giao hoặc khi mạng dự đoán truyền dữ liệu đường lên từ UE dựa trên dữ liệu đường xuống hoặc tín hiệu.

*Mapping Bản tin L3 Đi Qua Các Kênh Transport và Physical*

1. *Bản tin L3 (Layer 3):*
   * Bản tin L3 từ UE hoặc gNodeB chứa các thông tin điều khiển như Connection Request, Connection Accept, và Connection Setup Request.
2. *Kênh Transport (Layer 2):*
   * Các bản tin L3 được đóng gói trong các bản tin Transport, thường thông qua kênh (DCCH).
3. *Kênh Physical (Layer 1):*
   * Bản tin Transport sau đó được mã hóa và điều chế để truyền qua các kênh Physical. Ví dụ:
     + *Random Access Preamble:* Được gửi trên kênh Random Access Physical (PRACH).
     + *Random Access Response (RAR):* Được truyền trên Physical Downlink Shared Channel (PDSCH).
     + *Connection Request và các bản tin khác:* Được truyền qua Physical Downlink Control Channel (PDCCH) và PDSCH.

3. Luồng Paging cơ bản.

*Mục đích của Thủ tục Paging trong 5G NR*

1. Thông Báo cho UE:
   * Mục đích chính của thủ tục Paging là thông báo cho UE về các sự kiện quan trọng hoặc yêu cầu dịch vụ. Ví dụ, nếu có cuộc gọi đến hoặc tin nhắn, mạng cần phải thông báo cho UE để thực hiện hành động phù hợp.
2. Khôi Phục Kết nối:
   * Paging cũng được sử dụng để khôi phục kết nối khi UE đã mất kết nối hoặc chuyển vùng sang khu vực khác và cần thiết lập lại kết nối với mạng.

*Luồng Thủ tục Bản tin L3*

A screenshot of a computer

Description automatically generated

Quá trình Paging xảy ra khi UE ở chế độ RRC\_IDLE hoặc RCC\_INACTIVE. Khi có thông báo về dịch vụ hoặc sự kiện quá trình Paging được thực hiện.

*AMF -> gNB:* bản tin NGAP Paging: để thông báo cho gNodeB rằng cần phải tìm kiếm UE nào đó.

A white sheet with black text

Description automatically generated

Các trường bắt buộc của bản tin NGAP Paging là:

*Message Type (Loại bản tin):*

Trường này chỉ định loại bản tin NGAP đang được truyền đi. Cụ thể trong trường hợp này là “Paging”

*UE Paging Identity (Định danh paging của UE):*

Trường chứa thông tin định danh duy nhất của UE để mạng có thể xác định và liên lạc với UE cụ thể, tránh nhầm lẫn với các UE khác.

*TAI List ( TAI - Tracking Area Identity – Định danh vùng theo dõi):*

TAI là một định danh duy nhất cho vùng định vị, gồm một hoặc nhiều cell mà UE có thể hiện diện.

TAI List là một danh sách các TAI chỉ ra vùng mà UE có thể hiện diện. gNodeB dung TAI List để gửi tin nhắn paging đến tất cả các ô di động trong danh sách đó.

*gNB -> UE:* bản tin RRC\_Paging: để thông báo cho UE về các sự kiện hoặc dữ liệu mới đến từ mạng. Điều này có thể bao gồm cuộc gọi, tin nhắn, hoặc các thông tin quan trọng khác.

*UE sẽ thức dậy* trong các khe PO trong PF trên chu kì DRX để nhận bản tin RRC paging. Nếu UE nhận được và phản hồi lại, nó sẽ chuyển từ trạng thái RRC Idle hoặc Inactive sang trạng thái RRC Connected.

A computer screen shot of a computer code

Description automatically generated

Các trường bắt buộc của bản tin RRC Paging là:

*PagingRecordList:* Đây là một danh sách các “PagingRecord”, kích thước từ 1 đến “maxNrofPageRec”. Danh sách này bắt buộc phải có ít nhất một bản ghi.

*ue-Identity:*Trường này bắt buộc phải có, chứa thông tin nhận dạng của người dùng (UE), được định nghĩa theo kiểu “PagingUE-Identity”.

*Mapping Bản tin L3 Đi Qua Các Kênh Transport và Physical*

1. *Bản tin L3 (Layer 3):*
   * Bản tin L3 chứa thông tin Paging Request và Paging Information, bao gồm các chỉ thị cho UE về hành động cần thực hiện.
2. *Kênh Transport (Layer 2):*
   * Các bản tin L3 được đóng gói trong các bản tin Transport, thường thông qua kênh Logical Channel như Paging Control Channel (PCCH) hoặc Dedicated Control Channel (DCCH).
3. *Kênh Physical (Layer 1):*
   * Bản tin Transport sau đó được mã hóa và điều chế để truyền qua các kênh Physical. Ví dụ:
     + *RRC Paging***:** Được truyền trên Physical Downlink Shared Channel (PDSCH) và được điều khiển bởi Physical Downlink Control Channel (PDCCH).

4. Luồng attach

*Mục đích của luồng attach*

Thủ tục Attach thường xảy ra sau khi UE đã thiết lập kết nối vật lý với gNodeB và cần thực hiện các bước để đăng ký và thiết lập kết nối với mạng lõi (Core Network).

*Luồng Thủ Tục Bản Tin L3*

*Trong triển khai: 5G SA:* thủ tục attach diễn ra như sau:



*B1. Thực hiện 5G-NR RRC Connection Setup giữa UE và gNB*

B1.1 UE 🡪 gNB: Gửi bản tin Msg1: Preamble

B1.2 gNB 🡪 UE: gửi DCI Format 1\_0 [RA-RNTI] trên PDCCH, Tin nhắn DCI được mã hóa RA-RNTI báo hiệu tần số và thời gian được chỉ định cho việc truyền Khối vận chuyển có chứa tin nhắn Phản hồi truy cập ngẫu nhiên.

B1.3 gNB 🡪 UE: Msg2: Random Access Response

B1.4 UE 🡪 gNB: Msg3:RRCSetupRequest chứa ue-Identity, establishmentCase

B1.5 gNB 🡪 UE: gửi DCI Format 1\_0 [C-RNTI], Tin nhắn DCI được mã hóa C-RNTI báo hiệu tần số và tài nguyên thời gian được chỉ định để truyền Transport Block có chứa tin nhắn Thiết lập RRC.

B1.6 gNB 🡪 UE: gửi Msg4: RRCSetup được gửi để setup SRB1 và master cell chứa radioBearerConfig, masterCellGroup.

B1.7 gNB 🡪UE: PDCCH DCI Format 0\_0 [C-RNTI], gNB đăng kí tài nguyên đường lên cho UE để UE có thể gửi bản tin RRC Setup Complete message.

B1.8 UE 🡪 gNB: RRCSetupComplete với tin nhắn “Registration Request”

*B2. gNB 🡪 AMF: NGAP Initial UE Message [NAS-PDU Registration Request]*

gNB gửi Initial UE Message đến AMF đã chọn. Tin nhắn mang theo tin nhắn "Registration Request" đã nhận được từ UE trong tin nhắn RRC Setup Complete. "RAN UE NGAP ID" và "RRC Establishment Cause" cũng được bao gồm trong tin nhắn.

Các tham số quan trọng như:

RAN UE NGAP ID, NAS Registration Request = {Registration type, 5G-GUTI, Last TAI, Requested NSSAI, UE Capability, List of PDU Sessions}, User Location Information, RRC Establishment Cause, 5G-S-TMSI, AMF Set ID

*B3. AMF và UE thực hiện việc xác thực NAS và bảo mật*

*B4. Mạng lõi kiểm tra UE không nằm trong blacklist, thiết lập UDM và chứa đựng dữ liệu đăng kí, thiết lập UserPlane Function (UPF).*

*B5. AMF 🡪 gNB: Initial Context Setup Request [NAS-PDU: Đăng kí thành công].*

AMF khởi tạo thiết lập phiên với gNB. Thông báo thường chứa thông báo Registration Accept NAS. Thông báo mang một hoặc nhiều yêu cầu thiết lập Phiên PDU. Mỗi phiên PDU được giải quyết bằng "PDU Session ID". Thông báo cũng mang TEID uplink cho mọi phiên PDU.

Các tham số quan trọng của bản tin là:

AMF UE NGAP ID, RAN UE NGAP ID, UE Aggregate Maximum Bit Rate, GUAMI, PDU Session Resource Setup Request List, PDU Session ID, PDU Session Uplink TEID, UE IP Address, NAS-PDU, S-NSSAI, PDU Session Resource Setup Request Transfer, Allowed NSSAI, UE Security Capabilities, Security Key.

*B6. Thực hiện thủ tục 5G-NR AS bảo mật giữa gNB và UE.*

B6.1 gNB 🡪 UE: gửi bản tin “SecurityModeCommand”.

B6.2 UE 🡪 gNB: gửi bản tin “SecurityModeComplete” , Tin nhắn hoàn tất chế độ bảo mật xác nhận lệnh chế độ bảo mật đã hoàn tất thành công. Tin nhắn này được bảo vệ toàn vẹn nhưng không được mã hóa. Việc mã hóa sẽ bắt đầu ngay sau khi gửi tin nhắn này.

*B7. Thực hiện thủ tục RRC Reconfiguration giữa gNB và UE.*

B7.1 gNB 🡪 UE: RRCReconfiguration, dùng để UE setup sóng mang vô tuyến, thiết lập ô thứ cấp.

Các tham số quan trọng: masterCellGroup, secondaryCellGroup, radioBearerConfig (drb-ToAddModList), MeasConfig (Measurement Config)

B7.2 UE 🡪 gNB: gửi bản tin “RRCReconfigurationComplete” , Xác nhận cấu hình thành công.

Các tham số quan trọng: uplinkTxDirectCurrentList [ {servCellIndex, uplinkDirectCurrentBWP}]

*B8. gNB 🡪 AMF: gửi bản tin “Initial Context Setup Response”* , gNB báo hiệu thiết lập thành công các phiên PDU. Tin nhắn cũng mang theo TEID liên kết xuống cần được sử dụng (được chỉ định cho mỗi phiên PDU).

*B9. UE 🡪 AMF: gửi bản tin NAS Registration Complete,* UE thông báo hoàn tất việc đăng ký thông qua tin nhắn "Registration Complete" tới AMF.

**Quá trình Attach thành công, bắt đầu truyền dữ liệu.**