

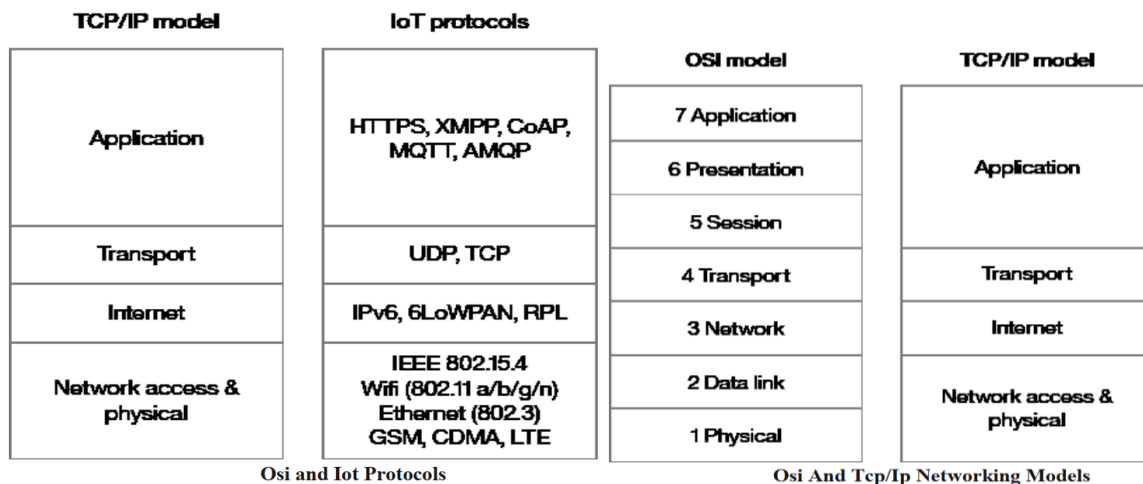
Ôn tập lí thuyết IOT cơ bản

Câu 1: Nêu một số mô hình kiến trúc IoT phổ thông và chức năng của từng lớp trong mỗi mô hình kiến trúc đó.

-Mô hình OSI (Open systems interconnection):

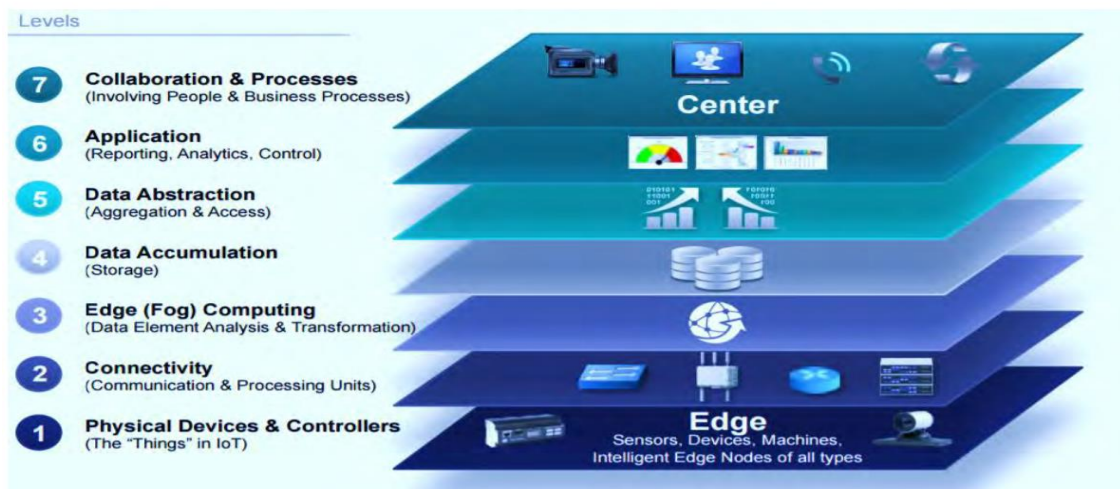
Ra đời năm 1984 là tập hợp các đặc điểm kỹ thuật mô tả kiến trúc mạng dành cho việc kết nối các thiết bị không cùng chủng loại.

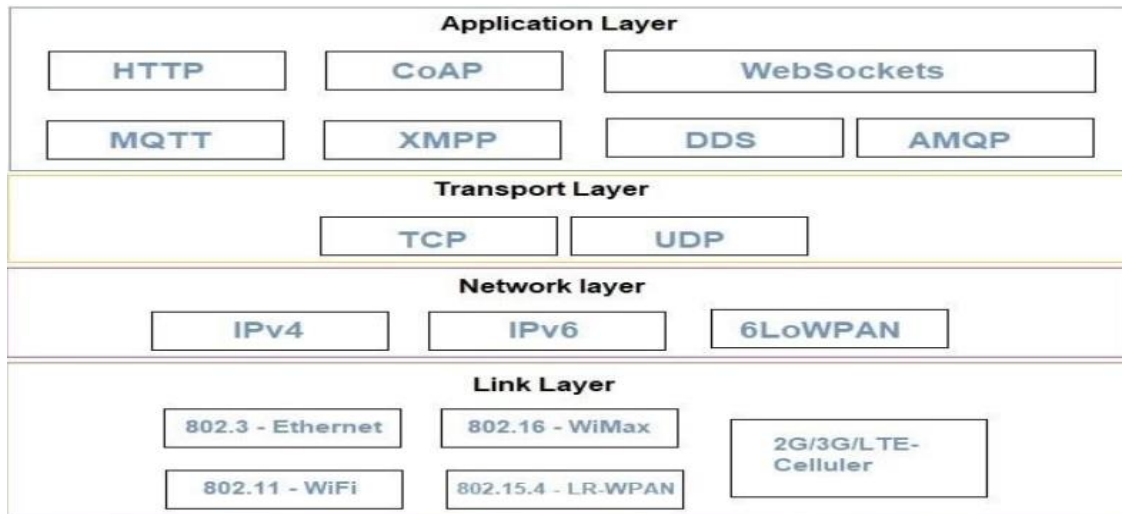
Các tầng thấp nhất định nghĩa các giao tiếp vật lý và đặc trưng truyền tải điện tử. Các tầng giữa định nghĩa cách thức các thiết bị truyền thông, duy trì kết nối, kiểm lỗi và điều khiển luồng tránh việc một hệ thống phải nhận nhiều dữ liệu hơn mức xử lý của nó. Các tầng cao nhất định nghĩa cách thức các ứng dụng sử dụng các dịch vụ của tầng thấp hơn.



- Mô hình kiến trúc 3 lớp – 5 lớp-7 lớp :

IoT Architecture - 7 Level Model





Layers of IoT



- Một kiến trúc khác được đề xuất bởi Ning và Wang (2011):
- Lấy cảm hứng từ các lớp xử lý trong não người. Kiến trúc được truyền cảm hứng từ trí thông minh và khả năng của con người để suy nghĩ, cảm nhận, ghi nhớ, đưa ra quyết định và phản ứng với môi trường vật chất.
- Được cấu thành bởi 3 phần. Đầu tiên là bộ não con người, tương tự như đơn vị xử lý và quản lý dữ liệu hoặc trung tâm dữ liệu. Thứ hai là tủy sống, tương tự như mạng lưới phân tán của các nút xử lý dữ liệu và các cổng thông minh. Thứ ba là mạng lưới các dây thần kinh, tương ứng với các thành phần mạng và cảm biến.

Câu 2 : Hãy liệt kê tên của các giao thức mạng và giao thức dữ liệu điển hình. Nêu ưu, nhược điểm và lĩnh vực ứng dụng chủ yếu của các giao thức mạng.

Các giao thức mạng điển hình:

Wi-Fi ; LTE CAT 1; LTE CAT M1; NB-IoT ; Bluetooth ; ZigBee ; LoRaWAN

Các giao thức dữ liệu điển hình:

AMQP ; MQTT ;HTTP ; CoAP; DDS; LwM2M.

- **Wifi:**
- **Ưu điểm :**

+ *Tiện ích và Linh hoạt:* Wi-Fi mang lại sự tiện lợi và linh hoạt cho người dùng, cho phép kết nối không dây từ nhiều điểm trong phạm vi sóng Wi-Fi mà không cần sử dụng dây cáp.

+ *Tốc độ Truyền tải Dữ liệu Cao:* Tiêu chuẩn Wi-Fi ngày càng phát triển, tốc độ truyền tải dữ liệu cao, đặc biệt như Wi-Fi 6.

+ *Kết nối Nhanh và Dễ dàng Cài đặt:* Wi-Fi cho phép kết nối nhanh chóng và dễ dàng cài đặt, đặc biệt là so với việc sử dụng cáp mạng.

+ *Phủ sóng Rộng:* Wi-Fi có khả năng phủ sóng rộng, giúp kết nối các thiết bị ở nhiều vị trí khác nhau trong một khu vực.

+ *Tích hợp vào Nhiều Thiết bị:* Wi-Fi hỗ trợ nhiều thiết bị cùng một lúc, giúp nhiều người dùng và thiết bị có thể kết nối đồng thời.

- **Nhược điểm :**

+ *Sự Nhiễm Nhiều và Nguồn Năng Lượng:* Sóng Wi-Fi có thể bị nhiễm nhiễu từ các thiết bị khác và có thể tiêu tốn nhiều nguồn năng lượng.

+ *Bảo mật:* Mặc dù có các phương thức bảo mật như WPA3, nhưng Wi-Fi vẫn có thể bị tấn công bảo mật, đặc biệt là khi không được cài đặt và quản lý đúng cách.

+ *Tốc độ Biến Thiên:* Tốc độ truyền tải Wi-Fi có thể biến thiên tùy thuộc vào số lượng và loại thiết bị đang sử dụng cùng một mạng.

+ *Giới Hạn Phạm vi:* Sóng Wi-Fi có giới hạn phạm vi so với các kết nối có dây, đặc biệt là trong môi trường có các vật cản như tường và tầng nhà.

+ *Phải Cài Đặt và Quản lý Cẩn thận:* Việc cài đặt và quản lý mạng Wi-Fi đôi khi đòi hỏi kiến thức kỹ thuật, và nếu không được thực hiện đúng cách, có thể gặp vấn đề về hiệu suất và bảo mật.

- **Ứng dụng :**

Kết nối Internet:

Wi-Fi là phương tiện chính để kết nối các thiết bị với internet mà không cần sử dụng dây cáp. Điều này đặc biệt quan trọng cho các thiết bị di động như điện thoại thông minh, máy tính bảng và laptop.

Mạng Công ty và Văn phòng:

Wi-Fi được sử dụng rộng rãi trong các môi trường làm việc để kết nối máy tính, máy in, và các thiết bị khác trong mạng nội bộ của công ty mà không cần sử dụng cáp.

Truyền thông giữa Thiết bị Công nghệ:

Nhiều thiết bị thông minh, như smart TV, loa thông minh, camera an ninh, sử dụng Wi-Fi để truyền thông với nhau và với người dùng.

Các ứng dụng Giải trí:

Wi-Fi cho phép truyền động và xem video trực tuyến mà không gặp sự cản trở của dây cáp. Các dịch vụ như Netflix, YouTube, và Spotify sử dụng kết nối Wi-Fi để cung cấp nội dung giải trí.

Thiết bị Y tế thông minh:

Các thiết bị y tế thông minh như đồng hồ đo nhịp tim, cảm biến sức khỏe sử dụng Wi-Fi để truyền dữ liệu đo đạc đến các ứng dụng hoặc máy chủ lưu trữ.

Ứng dụng trong Giáo dục:

Trường học và trường đại học thường sử dụng Wi-Fi để kết nối máy tính, máy tính bảng và các thiết bị khác trong quá trình giảng dạy và học tập.

Kết nối Trí tuệ nhân tạo (AI) và IoT:

Wi-Fi chơi một vai trò quan trọng trong kết nối các thiết bị trong môi trường Trí tuệ nhân tạo và Internet of Things (IoT), giúp chúng tương tác và truyền dữ liệu.

Quản lý và Kiểm soát Thiết bị Thông minh:

Các ứng dụng quản lý nhà thông minh sử dụng Wi-Fi để điều khiển và giám sát các thiết bị như đèn, điều hòa nhiệt độ, và camera an ninh từ xa.

LTE CAT 1

- Ưu điểm:

Tiết Kiệm Năng Lượng:

So với các tiêu chuẩn LTE cao cấp, LTE Cat 1 tiêu thụ ít năng lượng hơn, điều này làm cho nó phù hợp cho các thiết bị hoạt động dựa trên pin trong thời gian dài.

Chi phí Thấp:

Thiết bị và mô-đun hỗ trợ LTE Cat 1 thường có chi phí thấp hơn so với các phiên bản cao cấp hơn của LTE, giúp giảm chi phí triển khai.

Hiệu suất Dữ liệu Đủ:

Dù tốc độ tải và tải về của LTE Cat 1 thấp hơn so với các tiêu chuẩn cao cấp, nhưng nó vẫn cung cấp hiệu suất dữ liệu đủ cho nhiều ứng dụng IoT và M2M.

- Nhược điểm:

Tốc Độ Truyền Tải Thấp:

Tốc độ truyền tải và tải về của LTE Cat 1 thấp hơn so với các tiêu chuẩn LTE cao cấp, làm cho nó không phù hợp cho các ứng dụng đòi hỏi băng thông cao.

Công Suất Truyền Tải Dữ liệu Hạn Chế:

Có giới hạn về công suất truyền tải dữ liệu, điều này có thể là một rắc rối nếu bạn cần truyền lớn lượng dữ liệu trong một khoảng thời gian ngắn.

Khả Năng Đa Nhiệm Hạn Chế:

LTE Cat 1 có thể gặp khó khăn khi cố gắng xử lý nhiều nhiệm vụ đồng thời do có tốc độ truyền tải và tải về thấp hơn.

Ứng Dụng Chính của LTE Cat 1:

Internet of Things (IoT):

LTE Cat 1 thích hợp cho các ứng dụng IoT như theo dõi và giám sát thiết bị, đo đạc thông tin môi trường.

Máy M2M (Machine-to-Machine):

Được sử dụng trong các ứng dụng y tế, quản lý năng lượng, và các hệ thống tự động hóa.

Theo dõi và giám sát:

Sử dụng để theo dõi vị trí của xe cộ, thiết bị di động, và đối tượng khác.

Ứng Dụng Nông Nghiệp Thông Minh:

Cung cấp kết nối cho các thiết bị nông nghiệp thông minh, như cảm biến đo đạc điều kiện thời tiết và độ ẩm đất.

LTE Cat M1:

Ưu điểm của LTE Cat M1:

Tiết Kiệm Năng Lượng:

LTE Cat M1 được thiết kế để tiết kiệm năng lượng, giúp mở rộng tuổi thọ pin của các thiết bị di động và cảm biến trong ứng dụng IoT.

Khả Năng xâm nhập Tốt:

Có khả năng xâm nhập cấu trúc vật liệu tốt, nghĩa là tín hiệu LTE Cat M1 có thể đi qua tường và vật liệu dày hơn so với một số tiêu chuẩn truyền thống khác.

Băng thông rộng, Hỗ trợ rộng:

Cung cấp băng thông rộng đủ để hỗ trợ dữ liệu IoT và M2M, đặc biệt là cho các ứng dụng y tế, theo dõi vận chuyển, và giám sát.

Kết nối Trong Nhà và ngoài trời:

Được thiết kế để hoạt động hiệu quả cả trong môi trường trong nhà và ngoài trời, làm cho nó phù hợp cho nhiều ứng dụng khác nhau.

Nhược điểm của LTE Cat M1:

Tốc Độ Truyền Tải Thấp:

Tốc độ truyền tải dữ liệu của LTE Cat M1 thấp hơn so với một số tiêu chuẩn LTE khác, điều này có thể là một hạn chế cho các ứng dụng đòi hỏi băng thông cao.

Khả Năng Đa Nhiệm Giới Hạn:

LTE Cat M1 có thể gặp khó khăn khi phải xử lý nhiều nhiệm vụ đồng thời, do tốc độ truyền tải dữ liệu không cao.

Ứng Dụng Chính của LTE Cat M1:

Y tế Thông Minh:

Được sử dụng trong các thiết bị y tế thông minh như thiết bị đeo theo dõi sức khỏe và cảm biến y tế.

Quản Lý Vận Chuyển và Theo Dõi Tài Sản:

Sử dụng để theo dõi vận chuyển hàng hóa và quản lý tài sản trong thời gian thực.

Ứng Dụng Nông Nghiệp Thông Minh:

Cung cấp kết nối cho các cảm biến trong lĩnh vực nông nghiệp, như cảm biến đo độ ẩm đất và điều khiển tưới nước.

Hệ Thống Bảo Vệ và An Ninh:

Được sử dụng trong các hệ thống bảo vệ và an ninh, như cảm biến chuyển động và camera an ninh.

Điều Khiển Thiết Bị Từ Xa:

Sử dụng để điều khiển và giám sát từ xa các thiết bị thông minh như đèn, máy lạnh, và thiết bị gia dụng thông minh.

NB-IoT:

Ưu điểm của NB-IoT:

Tiết Kiệm Năng Lượng:

NB-IoT được thiết kế để tiết kiệm năng lượng, giúp kéo dài tuổi thọ pin của các thiết bị di động và cảm biến trong ứng dụng IoT.

Băng Thông Thấp:

Tiêu chuẩn này tập trung vào cung cấp kết nối với yêu cầu băng thông thấp, làm cho nó phù hợp cho các ứng dụng IoT cần lượng dữ liệu nhỏ.

Khả Năng xâm nhập Cao:

NB-IoT có khả năng xâm nhập cấu trúc vật liệu tốt, giúp tín hiệu đi qua các tường và vật liệu dày một cách hiệu quả.

Chi phí Triển Khai Thấp:

Các mô-đun NB-IoT và thiết bị thường có chi phí triển khai thấp hơn so với một số kỹ thuật IoT khác, giúp giảm chi phí triển khai hạ tầng.

Kết Nối Số Lượng Lớn Thiết Bị:

Có khả năng hỗ trợ số lượng lớn các thiết bị kết nối cùng một lúc, giúp phục vụ cho các ứng dụng yêu cầu quy mô lớn.

Nhược điểm của NB-IoT:

Tốc Độ Dữ Liệu Thấp:

Tốc độ truyền tải và tải về của NB-IoT thấp hơn so với một số kỹ thuật IoT khác, điều này có thể là một hạn chế cho các ứng dụng đòi hỏi băng thông cao.

Khả Năng Đa Nhiệm Hạn Chế:

NB-IoT có thể gặp khó khăn khi cố gắng xử lý nhiều nhiệm vụ đồng thời, do tốc độ truyền tải dữ liệu không cao.

Ứng Dụng Chính của NB-IoT:

Đo Đạc và Giám Sát Môi Trường:

Sử dụng trong các cảm biến đo đạc nhiệt độ, độ ẩm, và chất lượng không khí.

Quản Lý Nước và Năng Lượng:

Được triển khai để giám sát và quản lý sử dụng nước và năng lượng trong các hệ thống thông minh.

Quản Lý Thiết Bị Công Nghiệp:

Kết nối các thiết bị công nghiệp thông minh để theo dõi và điều khiển từ xa.

Giám Sát An Ninh và Bảo Vệ:

Sử dụng trong các hệ thống giám sát an ninh và bảo vệ, bao gồm cảm biến chuyển động và camera IoT.

Quản Lý Giao Thông:

Được tích hợp vào hệ thống quản lý giao thông để thu thập dữ liệu và cung cấp thông tin giao thông thông minh.

Bluetooth:

Ưu điểm của Bluetooth:

1. Phổ Biến và Tương Thích:

- Bluetooth là một công nghệ phổ biến và rất tương thích với nhiều thiết bị, bao gồm điện thoại di động, máy tính, tai nghe, loa, và nhiều thiết bị khác.

2. Tốc Độ Truyền Tải Dữ Liệu Cao:

- Bluetooth 5.0 cung cấp tốc độ truyền tải dữ liệu cao, đặc biệt là trong khoảng cách ngắn.

3. Tiêu Chuẩn Cao:

- Bluetooth có nhiều phiên bản và tiêu chuẩn, đảm bảo khả năng nâng cấp và cải tiến liên tục.

Nhược điểm của Bluetooth:

1. Phạm Vi Ngắn:

- Bluetooth thích hợp cho kết nối trong khoảng cách ngắn, điều này có thể là một hạn chế trong một số ứng dụng IoT yêu cầu phạm vi kết nối rộng hơn.

2. Tiêu Thụ Năng Lượng Cao:

- So với một số công nghệ khác, Bluetooth có thể tiêu thụ nhiều năng lượng hơn, đặc biệt là trong các ứng dụng yêu cầu hoạt động liên tục.

Ứng Dụng của Bluetooth:

- Tai nghe và loa không dây.
- Truyền tệp giữa thiết bị di động và máy tính.
- Kết nối với thiết bị chăm sóc sức khỏe (như vòng đeo sức khỏe).
- Điều khiển từ xa cho các thiết bị như máy tính, điện thoại, TV.

ZigBee:

Ưu điểm của ZigBee:

1. Tiêu Thụ Năng Lượng Thấp:

- ZigBee được thiết kế để tiêu thụ năng lượng thấp, làm cho nó phù hợp cho các ứng dụng yêu cầu tuổi thọ pin dài.

2. Phạm Vi Kết Nối Rộng:

- ZigBee có khả năng cung cấp kết nối ổn định trong môi trường có nhiều tường và cấu trúc vật liệu khác.

3. Mạng Hình Sao và Mạng Mesh:

- Hỗ trợ cấu trúc mạng hình sao và mạng mesh, giúp nâng cao khả năng mở rộng và ổn định của hệ thống.

Nhược điểm của ZigBee:

1. Tốc Độ Truyền Tải Dữ Liệu Thấp:

- ZigBee thích hợp cho các ứng dụng yêu cầu băng thông thấp, nhưng tốc độ truyền tải dữ liệu có thể thấp hơn so với một số công nghệ khác.

2. Cấu Hình và Quản Lý Khó Khăn:

- Cấu hình và quản lý mạng ZigBee có thể phức tạp, đặc biệt khi triển khai trong môi trường lớn.

Ứng Dụng của ZigBee:

- Hệ thống điều khiển thông minh nhà cửa.
- Theo dõi và giám sát môi trường.
- Ứng dụng trong công nghiệp và nông nghiệp thông minh.

LoRaWAN:

Ưu điểm của LoRaWAN:

1. Phạm Vi Kết Nối Rất Rộng:

- LoRaWAN cung cấp phạm vi kết nối rất rộng, lên đến nhiều km trong điều kiện lý tưởng, làm cho nó thích hợp cho các ứng dụng IoT từ xa.

2. Tiêu Thụ Năng Lượng Thấp:

- LoRaWAN được thiết kế để tiêu thụ năng lượng thấp, giúp kéo dài tuổi thọ pin của thiết bị di động.

3. Sự Mở Rộng và Linh Hoạt:

- Hệ thống LoRaWAN có thể mở rộng dễ dàng và linh hoạt, cho phép triển khai trong nhiều ứng dụng khác nhau.

Nhược điểm của LoRaWAN:

1. Tốc Độ Truyền Tải Dữ Liệu Thấp:

- Tốc độ truyền tải dữ liệu của LoRaWAN thấp hơn so với một số công nghệ khác, làm cho nó phù hợp cho các ứng dụng yêu cầu băng thông thấp.

2. Thời Gian Phản Hồi Dài:

- Do tính chất của kỹ thuật truyền thông, thời gian phản hồi từ thiết bị có thể kéo dài.

Ứng Dụng của LoRaWAN:

- Điều khiển và giám sát nông trại thông minh.
- Theo dõi và quản lý hệ thống cảm biến trong đô thị thông minh.
- Ứng dụng trong quản lý năng lượng và nước.

Câu hỏi : Nêu cơ chế giao tiếp giữa Client và Server đối với giao thức TCP và UDP. Nêu ứng dụng điển hình của 2 giao thức đó?

TCP - Transmission Control Protocol:

- TCP là giao thức hướng kết nối (connection-oriented), có nghĩa là buộc phải thiết lập kết nối trước sau đó mới đến tiến trình truyền dữ liệu.
- Cung cấp cơ chế đánh số thứ tự gói tin (sequencing): sử dụng để ráp các gói tin chính xác ở điểm nhận, loại bỏ gói tin trùng lặp.
- TCP có khả năng truyền và nhận dữ liệu cùng một lúc — song công (full-duplex).
- Cơ chế báo nhận (Acknowledgement): tức là khi A gửi gói tin cho B, nếu B nhận được thì sẽ gửi thông báo cho A, trường hợp A không nhận được thông báo thì sẽ gửi lại gói tin tới khi nào B báo nhận thì thôi.
- Tính năng phục hồi dữ liệu bị mất trên đường truyền.

UDP - User Datagram Protocol

- UDP là loại giao thức không trạng thái, không cần thiết lập các kết nối trước khi gửi gói tin.
- UDP chỉ quan tâm tới việc truyền gói tin đi và không nhận lại — bán song công (half-duplex).
- UDP không quan tâm tới việc có gửi chính xác gói tin tới đúng địa chỉ hay không, không có cơ chế phục hồi dữ liệu bị mất.
- Giao thức UDP nhanh và hiệu quả hơn đối với các mục tiêu kích thước nhỏ và yêu cầu khắt khe về thời gian.
- Bản chất không trạng thái nên UDP hữu dụng đối với việc trả lời các truy vấn nhỏ với số lượng lớn người yêu cầu.

Ứng Dụng TCP:

Truyền Tải File:

Khi cần đảm bảo tính toàn vẹn của dữ liệu và xác nhận việc nhận dữ liệu, TCP thường được sử dụng. Ví dụ, khi tải xuống một tệp tin từ máy chủ.

Truyền Tin Nhắn Chat:

Trong ứng dụng tin nhắn hoặc chat, nơi mà tin nhắn phải được đảm bảo không bị mất và đến đúng thứ tự, TCP là sự lựa chọn thích hợp.

Quản lý Kết Nối Từ Xa (Remote Desktop):

Khi điều khiển máy tính từ xa hoặc quản lý kết nối từ xa, TCP thường được ưa chuộng để đảm bảo ổn định và đáng tin cậy.

Sử Dụng UDP:

Truyền Dữ Liệu Thời Gian Thực (Real-time Data Streaming):

Trong các ứng dụng yêu cầu truyền dữ liệu thời gian thực, như truyền hình trực tuyến, âm thanh, và video streaming, UDP thích hợp vì không có thời gian chờ đợi lâu và tính linh hoạt.

Truyền Dữ Liệu Sensor trong IoT:

Trong môi trường IoT, nơi cần truyền dữ liệu từ các cảm biến, UDP có thể được sử dụng vì tính đơn giản và không cần thiết lập kết nối trước đó.

Trò Chơi Trực Tuyến (Online Gaming):

Trong các trò chơi trực tuyến nơi yêu cầu tần suất cập nhật cao và thời gian phản hồi thấp, UDP thường được sử dụng để tránh thời gian chờ đợi của TCP.

DNS (Domain Name System):

Trong việc truy vấn DNS, nơi độ trễ thấp là quan trọng, UDP thường được sử dụng.

Câu hỏi : Hãy nêu vai trò của mã hoá và xác thực dữ liệu.

Vai trò mã hóa dữ liệu :

Bảo vệ Bí Mật Dữ Liệu:

Mã hoá dữ liệu giúp bảo vệ thông tin khỏi việc truy cập trái phép bằng cách biến đổi nó thành một dạng không đọc được nếu không có khóa mã hóa.

Đối Phó với Tấn Công Mạng:

Trong trường hợp bị tấn công mạng, dữ liệu đã được mã hoá sẽ khó bị hiểu và sử dụng, ngay cả khi tấn công có thể kiểm soát việc thu thập thông tin.

Bảo vệ Toàn Vẹn Dữ Liệu:

Mã hoá dữ liệu giúp đảm bảo rằng dữ liệu không bị sửa đổi trái phép trong quá trình truyền tải hoặc lưu trữ, bảo vệ tính toàn vẹn của thông tin.

Tuân Thủ Quy Định và Chuẩn Bảo Mật:

Trong nhiều trường hợp, việc sử dụng mã hoá là yêu cầu hoặc được đề xuất bởi các chuẩn và quy định bảo mật, như PCI DSS cho thanh toán trực tuyến.

An Toàn Cho Dữ Liệu Của Người Dùng:

Trong các ứng dụng và dịch vụ trực tuyến, mã hoá dữ liệu bảo vệ thông tin cá nhân và mật khẩu của người dùng khỏi bị đánh cắp.

Vai trò của xác thực dữ liệu :

Xác Định Độ Tin Cậy của Người Gửi hoặc Nhận Dữ Liệu:

Xác thực dữ liệu giúp xác định xem người gửi hay nhận dữ liệu có thực sự là người hay hệ thống được cho là nói chuyện không.

Đảm Bảo Toàn Vẹn của Dữ Liệu:

Xác thực giúp đảm bảo rằng dữ liệu không bị sửa đổi trái phép trong quá trình truyền tải. Nếu dữ liệu bị thay đổi, quá trình xác thực sẽ thất bại.

Phòng Chống Xâm Nhập và Tấn Công:

Một quá trình xác thực mạnh mẽ có thể ngăn chặn việc xâm nhập và tấn công bằng cách đảm bảo rằng chỉ những người được ủy quyền mới có thể truy cập thông tin hay hệ thống.

Bảo Vệ Quyền Truy Cập:

Xác thực dữ liệu là cơ sở để kiểm soát quyền truy cập, đảm bảo rằng chỉ những người dùng có quyền mới có thể truy cập vào hệ thống hay dữ liệu cụ thể.

Câu hỏi :Các phương pháp dò dùng dư thừa VRC, LRC, CRC, CS: Trường hợp nào bộ nhận không phát hiện được lỗi dữ liệu, lấy ví dụ tương ứng đối với mỗi phương pháp?

VRC (Vertical Redundancy Check):

Trong VRC, một bit kiểm tra chẵn lẻ (parit odd/even) được thêm vào dữ liệu để đảm bảo tổng số bit "1" (hoặc "0") là chẵn (hoặc lẻ). Tuy nhiên, VRC chỉ có thể phát hiện lỗi ở mức đơn giản như một bit đảo.

VD : Dữ liệu gốc: 1011001 (7 bits)

Dữ liệu + Bit kiểm tra chẵn: 10110011 (8 bits)

Nếu một bit bị đảo, ví dụ, từ 1 thành 0, VRC có thể phát hiện lỗi. Tuy nhiên, nếu có hai bits đảo, VRC không phát hiện được.

LRC (Longitudinal Redundancy Check):

Trong LRC, mỗi từ hoặc khối dữ liệu được thêm vào một giá trị kiểm tra tính toàn vẹn của từ hoặc khối đó. LRC có thể không phát hiện được lỗi nếu một số lỗi xảy ra và không ảnh hưởng đến giá trị LRC.

Ví dụ:

Dữ liệu gốc: 1011 1100 (8 bits)

LRC: 10101100 (8 bits)

Nếu một số bit trong dữ liệu bị thay đổi mà không làm thay đổi giá trị LRC, thì LRC không phát hiện được lỗi.

CRC (Cyclic Redundancy Check):

Trong CRC, một đa thức nhất định được sử dụng để tạo ra một giá trị kiểm tra được thêm vào dữ liệu. CRC thường mạnh mẽ hơn VRC và LRC, nhưng cũng có thể có trường hợp nó không phát hiện được lỗi nếu số bit bị đảo không quá nhiều.

Bộ nhận sẽ không phát hiện được lỗi dữ liệu khi chuỗi dữ liệu bị sai và chuỗi CRC cũng sai trùng với giá trị CRC của chuỗi dữ liệu bị sai.

Tuy nhiên, xác suất để xảy ra đúng trường hợp này là thấp. Xác suất này càng thấp khi chuỗi CRC càng dài.

VD: Dữ liệu gốc: 1101101 (7 bits)

CRC: 101 (3 bits)

Nếu một số bit bị đảo và không ảnh hưởng đến giá trị CRC, CRC có thể không phát hiện được lỗi.

CS (Checksum):

Trong CS, một giá trị kiểm tra được tính bằng cách cộng dồn tất cả các từ hoặc khối dữ liệu. CS có thể không phát hiện được lỗi nếu số lỗi nhỏ và chúng có thể bị "hủy bỏ" lẫn nhau.

Vd: Dữ liệu gốc: 1011 1100 (8 bits)

CS: 0101 (4 bits)

Nếu một số bit bị đảo và giá trị CS không thay đổi, CS có thể không phát hiện được lỗi.

