18.3 HOẠT ĐỘNG GIAO THỨC INTERNET

Trong phần này, chúng tôi xem xét các chức năng thiết yếu của một giao thức kết nối internet. Để thuận tiện, chúng toi đề cập cụ thể đén tiêu chuẩn internet Ipv4, nhưng trình bày trong phần này áp dụng cho bất kỳ giao thức internet không kết nối nào, chẳng hạn như dưới dạng Ipv6.

**Hoạt động của một sơ đồ kết nối internet không kết nối.**

IP cung cấp một dịch vụ không kết nối hoặc gam dữ liệu giữa các hệ thống đầu cuối. Có một số lợi thế của cách tiếp cận này:

* Một cơ sở internet không kết nối rất linh hoạt. Nó có thể xử lý nhiều loại mạng hoạt động, một số trong số đó tự nó không có kết nối. Về bản chất, IP yêu cầu rất ít từ các mạng cấu thành.
* Một dịch vụ internet không kết nối có thể được thực hiện rất mạnh mẽ. Về cơ bản đây là đối số tương tự được thực hiện cho dịch vụ mạng datagram so với dịch vụ vi mạch ảo. Để thảo luận thêm, hãy xem Phần 10.5.
* Dịch vụ internet không kết nối là tốt nhất cho các giao thức truyền tải không kết nối, vì nó không áp đặt chi phí không cần thiết.

Hình 18.3 mô tả một ví dụ điển hình sử dụng IR, trong đó hai mạng LAN được kết nối với nhau bằng một WAN chuyển tiếp khung. Hình mô tả hoạt động của Giao thức Internet để trao đổi dữ liệu giữa máy chủ A trên một mạng LAN (mạng 1) và máy chủ B trên mạng LAN khác (mạng 2) thông qua mạng WAN. Hình cho thấy kiến ​​trúc giao thức và định dạng của đơn vị dữ liệu ở mỗi giai đoạn. Các hệ thống đầu cuối và bộ định tuyến đều phải chia sẻ một Giao thức Internet chung. Ngoài ra, các hệ thống đầu cuối phải chia sẻ cùng một giao thức trên IP. Các bộ định tuyến trung gian chỉ cần triển khai thông qua IP.

IP tại A nhận các khối dữ liệu được gửi đến B từ các lớp mềm cao hơn kho trong A (ví dụ: TCP hoặc UDP). IP đính kèm tiêu đề (tại thời điểm 1) Chỉ định, trong số những thứ khác, địa chỉ internet toàn cầu của B. Địa chỉ đó về mặt logic gồm hai phần: định danh mạng và định danh hệ thống cuối. Sự kết hợp của tiêu đề IP và dữ liệu cấp trên được gọi là đơn vị dữ liệu Giao thức Internet (PDU), hoặc đơn giản là một sơ đồ dữ liệu. Sau đó, datagram được đóng gói với giao thức LAN (tiêu đề LLC ở tiêu đề MAC và đoạn giới thiệu ở 13) và được gửi đến bộ định tuyến, loại bỏ các trường LAN để đọc tiêu đề IP (đến). Sau đó, bộ định tuyến đóng gói gói dữ liệu với các trường giao thức chuyển tiếp khung () và truyền nó qua mạng WAN đến một bộ định tuyến khác. Bộ định tuyến này loại bỏ các trường chuyển tiếp khung và khôi phục sơ đồ, sau đó nó sẽ bao bọc trong các trường LAN thích hợp với LAN 2 và gửi nó đến B.

Bây giờ chúng ta hãy xem xét ví dụ này chi tiết hơn. Hệ thống cuối A có một sơ đồ để truyền đến hệ thống cuối B; datagram bao gồm địa chỉ internet của B. Mô-đun IP trong A nhận biết rằng đích (B) nằm trên một mạng khác. Vì vậy, bước đầu tiên là gửi dữ liệu đến một bộ định tuyến, trong trường hợp này là bộ định tuyến X. Để thực hiện việc này, IP chuyển sơ đồ xuống lớp thấp hơn tiếp theo (trong trường hợp này là LIC) với các hướng dẫn để gửi nó đến bộ định tuyến X. LLC lần lượt chuyển thông tin này xuống lớp MAC, sẽ chèn địa chỉ cấp MAC của bộ định tuyến X vào tiêu đề MAC. Do đó, khối dữ liệu được truyền vào LAN 1 bao gồm dữ liệu từ một lớp hoặc các lớp bên trên TCP, cộng với tiêu đề TCP, tiêu đề IP, tiêu đề LLC, tiêu đề MAC và đoạn giới thiệu (thời gian t3 trong Hình 18.3).

Tiếp theo, gói tin truyền qua mạng 1 đến bộ định tuyến X. Bộ định tuyến sẽ loại bỏ các MAC and LLC field và phân tích tiêu đề IP để xác định đích cuối cùng của data, trong trường hợp này là B. Bây giờ bộ định tuyến phải đưa ra quyết định định tuyến. Có ba khả năng:

1. Trạm đích B được kết nối trực tiếp với một trong các mạng mà bộ định tuyến được đính kèm. Nếu vậy, bộ định tuyến sẽ gửi trực tiếp datagram đến đích.
2. Để đến đích, phải đi ngang một hoặc nhiều bộ định tuyến bổ sung. Nếu vậy, một quyết định định tuyến phải được thực hiện: Datagram nên cho bộ định tuyến nào được gửi? Trong cả hai trường hợp 1 và 2, mô-đun IP trong bộ định tuyến sẽ gửi sơ đồ xuống lớp thấp hơn tiếp theo với địa chỉ mạng đích. Vui lòng lưu ý rằng chúng ta đang nói ở đây về một địa chỉ lớp thấp hơn đề cập đến mạng này.
3. Bộ định tuyến không biết địa chỉ đích. Trong trường hợp này, bộ định tuyến trả về một thông báo lỗi cho nguồn của datagram.

Trong ví dụ này, dữ liệu phải đi qua bộ định tuyến Y trước khi đến đích. Vì vậy, bộ định tuyến X xây dựng một khung mới bằng cách thêm một tiêu đề và đoạn giới thiệu chuyển tiếp khung (LAPF) vào sơ đồ IP. Tiêu đề chuyển tiếp khung cho biết kết nối logic với bộ định tuyến Y. Khi khung này đến bộ định tuyến Y, tiêu đề khung và đoạn giới thiệu sẽ bị loại bỏ. Bộ định tuyến xác định rằng đơn vị dữ liệu IP này được dành cho B, được kết nối trực tiếp với mạng mà bộ định tuyến này được gắn vào. Bộ định tuyến do đó, tạo một khung với địa chỉ đích lớp-2 là B và gửi nó ra mạng LAN 2. Dữ liệu cuối cùng đến B, nơi các tiêu đề LAN và IP có thể bị loại bỏ.

Tại mỗi bộ định tuyến, trước khi dữ liệu có thể được chuyển tiếp, bộ định tuyến có thể cần phải phân mảnh gói dữ liệu để đáp ứng giới hạn kích thước gói tối đa nhỏ hơn trên mạng gửi đi. Nếu vậy, đơn vị dữ liệu được chia thành hai hoặc nhiều đoạn, mỗi đoạn sẽ trở thành một sơ đồ IP độc lập. Mỗi đơn vị dữ liệu mới được gói trong một gói lớp thấp hơn và xếp hàng đợi để truyền. Bộ định tuyến cũng có thể giới hạn độ dài hàng đợi của nó đối với mỗi mạng mà nó gắn vào để tránh việc mạng chậm sẽ phạt mạng nhanh hơn. Khi đạt đến giới hạn hàng đợi, các đơn vị dữ liệu bổ sung chỉ bị loại bỏ.

Quá trình vừa được mô tả tiếp tục thông qua nhiều bộ định tuyến như nó cần đơn vị dữ liệu để đến đích của nó. Như với bộ định tuyến, hệ thống đầu cuối đích phục hồi datagram IP từ gói mạng của nó. Nếu xảy ra phân mảnh, mô-đun IP trong hệ thống đầu cuối đích sẽ đệm dữ liệu đến cho đến khi toàn bộ trường dữ liệu gốc có thể được tập hợp lại. Khối dữ liệu này sau đó được chuyển đến một lớp cao hơn trong hệ thống cuối.

Dịch vụ do IP cung cấp này là một dịch vụ không đáng tin cậy. Nghĩa là, IP không đảm bảo rằng tất cả dữ liệu sẽ được phân phối hoặc dữ liệu được phân phối sẽ đến theo thứ tự thích hợp. Lớp cao hơn tiếp theo (ví dụ: TCP) có trách nhiệm khôi phục bất kỳ lỗi nào xảy ra. Cách tiếp cận này cung cấp rất nhiều tính linh hoạt.

Với cách tiếp cận Giao thức Internet, mỗi đơn vị dữ liệu được truyền từ bộ định tuyến đến bộ định tuyến để cố gắng đi từ nguồn đến đích. Bởi vì việc phân phối không được đảm bảo, không có yêu cầu cụ thể về độ tin cậy trên bất kỳ mạng nào. Do đó, giao thức sẽ hoạt động với bất kỳ sự kết hợp nào của các loại mạng. Bởi vì trình tự phân phối không được đảm bảo, các đơn vị dữ liệu kế tiếp có thể đi theo các con đường khác nhau thông qua internet. Điều này cho phép giao thức phản ứng với cả tắc nghẽn và sự cố trên internet bằng cách thay đổi các đường truyền.

Design Issues

Với bản phác thảo ngắn gọn đó về hoạt động của một mạng internet được điều khiển bằng IP, bây giờ chúng ta sẽ xem xét một số vấn đề thiết kế một cách chi tiết hơn

* Routing  
  • Datagram lifetime  
  • Fragmentation and reassembly  
  • Error control  
  • Flow control

Khi chúng ta tiếp tục thảo luận này, hãy lưu ý nhiều điểm tương đồng với thiết kế. Các câu hỏi và kỹ thuật liên quan đến mạng chuyển mạch gói. Để xem lý do của điều này, hãy xem hình 18.4, so sánh kiến ​​trúc internet với kiến ​​trúc mạng chuyển mạch gói. Các bộ định tuyến (R1, R2, R3) trên internet tương ứng với các nút chuyển mạch gói (P1, P2, P3) trong mạng và các mạng (N1, N2, N3) trong internet tương ứng với các liên kết truyền (T1,12, T3) trong mạng Các bộ định tuyến thực hiện về cơ bản các chức năng tương tự như các nút chuyển mạch gói và sử dụng các mạng can thiệp theo cách tương tự như các liên kết truyền dẫn.

**Routing**

Với mục đích định tuyến, mỗi hệ thống kết thúc và router duy trì một bảng định tuyến liệt kê, cho mỗi mạng đích có thể, router tiếp theo mà các datagram Internet sẽ được gửi.

Bảng định tuyến có thể là tĩnh hoặc năng động. Tuy nhiên, một bảng tĩnh có thể chứa các tuyến đường thay thế nếu một bộ định tuyến cụ thể không khả dụng. Một bảng năng động linh hoạt hơn trong việc đáp ứng các điều kiện lỗi và tắc nghẽn. Trong Internet, ví dụ khi một router đi xuống, tất cả các hàng xóm của nó sẽ gửi một báo cáo tình trạng, cho phép các bộ định tuyến và trạm khác cập nhật bảng định tuyến của họ. Một chương trình tương tự có thể được sử dụng để kiểm soát tắc nghẽn. Kiểm soát tắc nghẽn đặc biệt quan trọng vì sự không phù hợp với công suất giữa các mạng lưới địa phương và rộng. Chương 19 thảo luận các giao thức định tuyến.

Các bảng định tuyến cũng có thể được sử dụng để hỗ trợ các dịch vụ Internet làm việc khác, như an ninh và ưu tiên. Ví dụ: các mạng cá nhân có thể được phân loại để xử lý dữ liệu lên đến phân loại bảo mật nhất định. Cơ chế định tuyến phải đảm bảo rằng dữ liệu của một mức bảo mật nhất định không được phép vượt qua các mạng không được xóa để xử lý dữ liệu như vậy.

Một kỹ thuật định tuyến khác là nguồn định tuyến. Trạm nguồn xác định tuyến đường bao gồm một danh sách tuần tự các bộ định tuyến trong datagram. Điều này, một lần nữa, có thể hữu ích cho các yêu cầu về an ninh hoặc ưu tiên.

Cuối cùng, chúng tôi đề cập đến một dịch vụ liên quan đến định tuyến: Tuyến thu. Để ghi một con đường, mỗi router nối thêm địa chỉ Internet của mình vào danh sách địa chỉ trong datagram. Tính năng này rất hữu ích cho mục đích kiểm tra và gỡ lỗi.

**Datagram Lifetime**

Nếu định tuyến động hoặc định tuyến thay thế được sử dụng, thì khả năng tồn tại của một datagram để lặp lại vô thời hạn qua internet. Điều này là không mong muốn vì hai lý do. Đầu tiên, một datagram lưu hành liên tục sẽ tiêu tốn tài nguyên. Thứ hai, chúng ta sẽ thấy trong Chương 20 rằng một giao thức truyền tải có thể phụ thuộc vào sự tồn tại của một ràng buộc về thời gian tồn tại của datagram. Để tránh những vấn đề này, mỗi sơ đồ có thể được đánh dấu thời gian tồn tại. Sau khi hết thời gian tồn tại, datagram sẽ bị loại bỏ.

Một cách đơn giản để thực hiện thời gian tồn tại là sử dụng số bước nhảy. Mỗi khi một datagram đi qua một bộ định tuyến, số lượng sẽ giảm đi. Ngoài ra, thời gian tồn tại có thể là thước đo thời gian thực sự. Điều này đòi hỏi các bộ định tuyến bằng cách nào đó phải biết đã bao lâu kể từ lần cuối cùng datagram hoặc phân đoạn vượt qua bộ định tuyến, để biết mức độ giảm trường tuổi thọ. Điều này dường như sẽ yêu cầu một số cơ chế đồng hồ toàn cầu. Lợi thế của việc sử dụng thước đo thời gian thực là nó có thể được sử dụng trong thuật toán lắp ráp lại, được mô tả tiếp theo.

**Fragmentation and Reassembly**

Các mạng riêng lẻ trong một mạng internet có thể chỉ định các kích thước gói tối đa khác nhau. Sẽ không hiệu quả và khó sử dụng nếu cố gắng ra lệnh cho kích thước gói tin đồng nhất giữa các mạng. Do đó, các bộ định tuyến có thể cần phân mảnh các biểu đồ dữ liệu đến thành các phần nhỏ hơn, được gọi là phân đoạn hoặc phân đoạn, trước khi truyền đến mạng tiếp theo.

Nếu các biểu đồ datagram có thể bị phân mảnh (có thể nhiều hơn một lần) trong quá trình di chuyển của chúng, câu hỏi đặt ra là chúng nên được tập hợp lại ở đâu. Giải pháp đơn giản nhất là chỉ thực hiện lắp ráp lại tại điểm đến. Nhược điểm chính của phương pháp này là các mảnh chỉ có thể nhỏ hơn khi dữ liệu di chuyển qua internet. Điều này có thể làm giảm hiệu quả của một số mạng. Tuy nhiên, nếu cho phép bộ định tuyến trung gian lắp ráp lại, các nhược điểm sau sẽ dẫn đến:

1. Bộ đệm lớn được yêu cầu tại các bộ định tuyến và có nguy cơ là tất cả bộ đệm không gian sẽ được sử dụng hết để lưu trữ các biểu đồ dữ liệu từng phần.

2. Tất cả các đoạn của một gói dữ liệu phải đi qua cùng một router. Điều này ngăn cản việc sử dụng router động.

Trong IP, các đoạn datagram được tập hợp lại tại hệ thống đầu cuối đích. Kỹ thuật phân mảnh IP sử dụng thông tin sau trong tiêu đề IP:

* Data Unit Identifier (ID)  
  • Data Length4  
  • Offset  
  • More Flag

ID là một phương tiện xác định duy nhất một sơ đồ datagram có nguồn gốc từ hệ thống cuối. Trong IP, nó bao gồm địa chỉ nguồn và địa chỉ đích, một số tương ứng với lớp giao thức đã tạo ra dữ liệu (ví dụ: TCP) và nhận dạng được cung cấp bởi lớp giao thức đó. Độ dài datagram là độ dài của data field người dùng tính bằng octets và Chênh lệch là vị trí của một đoạn dữ liệu người dùng trong trường dữ liệu của sơ đồ gốc, theo bội số của 64 bit.

Hệ thống cuối nguồn tạo một datagram có độ dài data bằng toàn bộ độ dài của data field, với Offset = 0 và More Flag được đặt thành 0 (false). Để phân mảnh một datagram dài thành hai phần, một mô-đun IP trong router thực hiện các tác vụ sau:

1. Tạo hai dâtgram mới và sao chép các header field của dữ liệu đến gram vào cả hai.
2. Chia router người dùng đến thành hai phần dọc theo ranh giới 64 bit (tính từ đầu), đặt một phần vào mỗi datagram mới. Phần đầu tiên phải là bội số của 64 bit (8 octet).
3. Đặt Độ dài data của datagram mới đầu tiên thành độ dài của data được chèn và đặt More Flag thành 1 (true). Off set field không thay đổi.
4. Đặt Độ dài data của datagram mới thứ hai thành độ dài của data được chèn và thêm độ dài của phần data đầu tiên chia bởi 8 Offset . More Flag vẫn giữ nguyên.

Hình 18.5 đưa ra một ví dụ trong đó hai đoạn được tạo ra từ một IP datagram gốc. Thủ tục này dễ dàng được tổng quát hóa thành một phép tách n-way. Trong ví dụ này, trọng tải của IP datagram ban đầu là một phân đoạn TCP, bao gồm TCP header và data ứng dụng. IP header từ datagram gốc được sử dụng trong cả hai phân đoạn, với những thay đổi thích hợp cho các fragmentation-related field. Lưu ý rằng phân đoạn đầu tiên chứa TCP header ; header này không được sao chép trong phân đoạn thứ hai, vì tất cả tải trọng IP, bao gồm cả TCP header là trong suốt đối với IP. Có nghĩa là, IP không quan tâm đến nội dung của tải trọng của datagram.

Để lắp ráp lại một datagram, phải có đủ không gian đệm tại lắp ráp lại điểm. Khi các đoạn có cùng ID đến, các datagram field của chúng sẽ được chèn vào vị trí thích hợp trong bộ đệm cho đến khi toàn bộ data được tập hợp lại, điều này đạt được khi tồn tại một tập data liền kề bắt đầu bằng Offset =0 và kết thúc bằng data từ một phân đoạn có một More Flag false.

Một tình huống phải được xử lý là một hoặc nhiều fragment có thể không thông qua: Dịch vụ IP không đảm bảo cung cấp. Một số phương pháp là cần thiết để quyết định khi nào nên từ bỏ nỗ lực lắp ráp lại để giải phóng buffer space. Hai cách tiếp cận thường được sử dụng. Đầu tiên, chỉ định thời gian tồn tại lắp ráp lại cho fragment đầu tiên đến. Đây là cục bộ, real time clock được chỉ định bởi chức năng lắp ráp lại và giảm dần trong khi các fragment của datagram đang được lưu vào buffered.

Nếu hết thời gian trước khi lắp ráp hoàn chỉnh, các fragment nhận được sẽ bị loại bỏ. Cách tiếp cận thứ hai là sử dụng thời gian tồn tại của datagram, là một phần của tiêu đề của mỗi fragment đến. Life time field tồn tại tiếp tục được giảm dần bởi chức năng lắp ráp lại; như với cách tiếp cận đầu tiên, nếu thời gian tồn tại hết hạn trước khi lắp ráp lại hoàn toàn, các fragment nhận được sẽ bị loại bỏ.

**Error Control**

Cơ sở kết nối internet không đảm bảo cấp phối thành công của mọi datagram. Khi một datagram bị router loại bỏ, router sẽ cố gắng trả lại một số thông tin cho nguồn, nếu có thể. Thực thể Internet Procol nguồn có thể sử dụng thông tin này để sửa đổi chiến lược truyền và có thể thông báo cho các lớp cao hơn. Để báo cáo rằng một datagram cụ thể đã bị loại bỏ, một số phương tiện nhận dạng datagram là cần thiết. Nhận dạng như vậy được thảo luận trong phần tiếp theo**.**

Datagram có thể bị loại bỏ vì một số lý do, bao gồm hết thời gian sử dụng, tắc nghẽn và lỗi FCS. Trong trường hợp thứ hai, không thể thông báo vì address field nguồn có thể đã bị hỏng.

**Flow Control**

Điều khiển luồng Internet cho phép các router và / hoặc các trạm nhận giới hạn tốc độ mà họ nhận được data. Đối với loại dịch vụ không kết nối mà chúng tôi đang mô tả, các cơ chế Flow Control bị hạn chế. Cách tiếp cận tốt nhất dường như là gửi các gói Flow Control, yêu cầu giảm data flow, tới các router và trạm nguồn khác. Chúng ta sẽ thấy một ví dụ về điều này với Internet Control Message Protocol (ICMP), được thảo luận trong phần tiếp theo**.**