

GIẢI PHÁP MẠNG XẾP CHỒNG DỊCH VỤ ĐẢM BẢO QoS TRONG MẠNG IP

KS. Nguyễn Thu Hiền, TS. Lê Nhật Thăng

Bài báo trình bày tổng quan về mạng xếp chồng dịch vụ (SON) đã và đang thu hút sự quan tâm của các nhà nghiên cứu mạng trong vài năm gần đây, trong đó có hướng tới mục đích đảm bảo chất lượng dịch vụ (QoS) cho mạng IP. Đồng thời, bài báo cũng phân tích một số ưu nhược điểm SON khi đưa vào ứng dụng, cùng một số biện pháp thực hiện QoS trong SON.

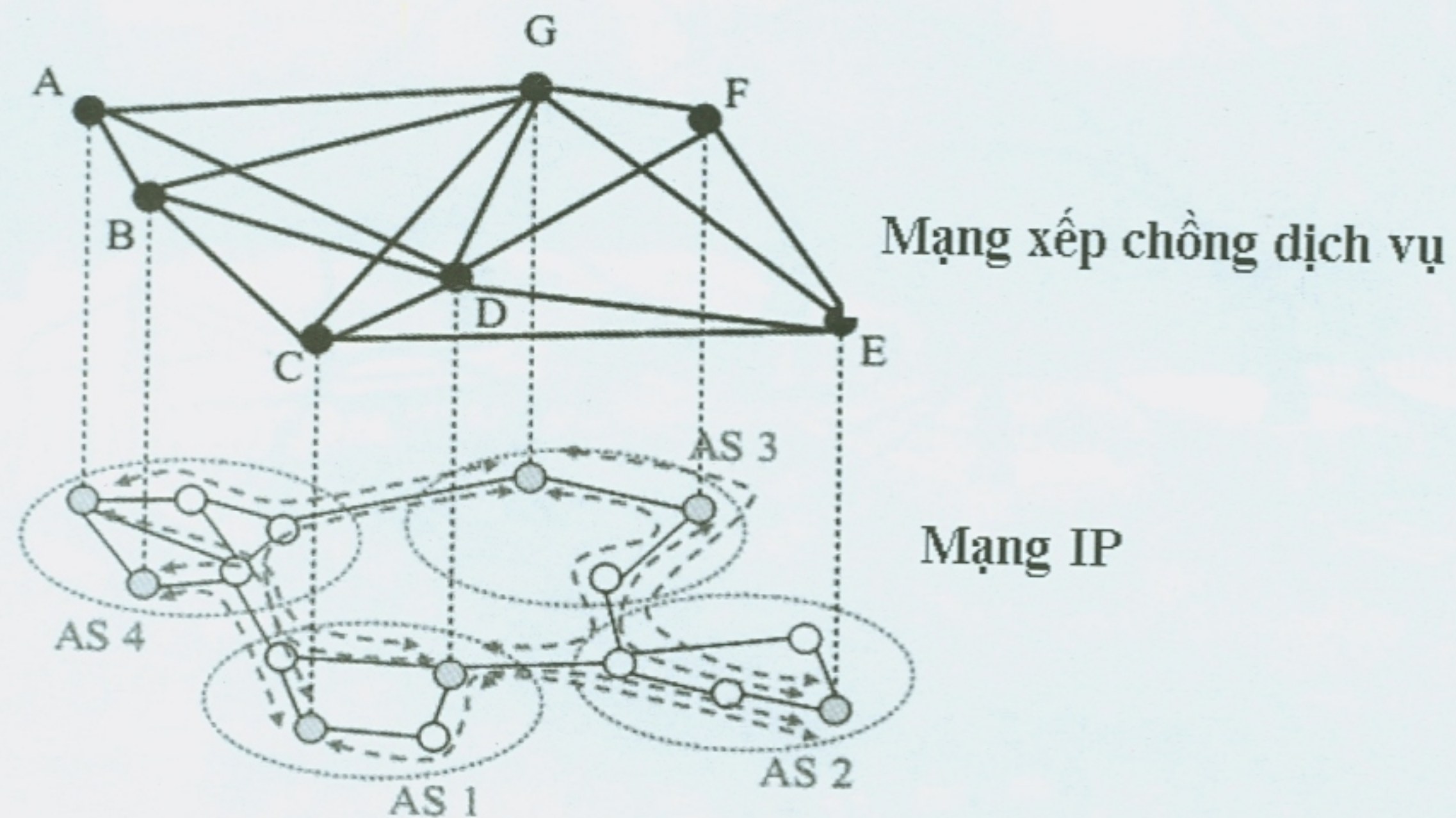
1. GIỚI THIỆU CHUNG

Các nỗ lực để mở rộng mô hình dịch vụ IP hỗ trợ QoS được bắt đầu vào những năm 1990, với các mô hình như mô hình dịch vụ tích hợp (IntServ) và mô hình dịch vụ phân biệt (DiffServ). Song việc triển khai các mô hình kiến trúc này đã gặp phải một

số trở ngại về khả năng mở rộng và sự ngang cấp không tương thích giữa các nhà cung cấp dịch vụ khác nhau. Do vậy, gần đây đã có nhiều nghiên cứu đề xuất sử dụng mô hình mạng xếp chồng để đảm bảo QoS, đặc biệt là QoS từ đầu cuối đến đầu cuối.

Mạng xếp chồng dịch vụ (SON) là mạng lớp ứng dụng được xây dựng bên trên các mạng lớp IP truyền thống, và thường mạng này được khai thác bởi nhà cung cấp dịch vụ Internet (ISP) thứ ba có một tập các nút xếp chồng nằm trong các miền ISP phía dưới. Tất cả các nút xếp chồng này được kết nối bởi các liên kết xếp chồng ảo tương ứng với một hoặc nhiều liên kết lớp IP.

Các chức năng cơ bản của nút xếp chồng gồm có:



Hình 1: Mạng xếp chồng QoS đường trực với các nút nội miền

- Chức năng định tuyến [2], [12]. Các nút xếp chồng phải thực hiện kiểm tra và xử lý tiêu đề gói tin, tìm kiếm bảng định tuyến. Từ quan điểm ngăn xếp giao thức, SON là mạng ở lớp ứng dụng và tiêu đề gói tin liên quan hướng đến lớp ứng dụng. Vì vậy, các nút xếp chồng ít nhất phải hoạt động như bộ định tuyến đơn giản ở lớp ứng dụng.

- Ngoài ra, các nút xếp chồng còn thực hiện các chức năng khác như: giám sát băng thông khả dụng và QoS (qua tham số như mất gói và trễ gói,...) của các liên kết ảo, thực hiện các thuật toán tối ưu để cân bằng tải giữa các liên kết ảo.

Nếu các nút xếp chồng trong mạng SON là các trạm đầu cuối được kết nối logic với nhau (tại lớp mạng) [1-2] sẽ cho chúng ta kiểu mạng ESN (End-user SON Network). Ví dụ về kiểu mạng xếp chồng này là các mạng chia sẻ tệp (file) ngang hàng (P2P) như Napster, Gnutella, Kazaa và multicast trong mạng Internet... Kiểu mạng này có ưu điểm linh hoạt, nhưng không cung cấp các đảm bảo QoS, bởi vì mạng qua nhiều miền trung gian với cấu trúc ngang hàng không điều khiển được.

Với kiểu mạng BQSN (Backbone QoS SON Network) [3], [4], [6], [9], [12], các nút xếp chồng có thể được đặt giữa các miền AS (Autonomous System) [3], [4],

[6] hoặc trong các miền AS [9], [12] (Hình 1) với các chức năng như: xây dựng cấu trúc mạng thích hợp, theo dõi điều kiện động của mạng,... Thông thường các nút mạng này được các hãng truyền thông hoặc các ISP cung cấp.

Trên quan điểm kinh doanh, nhà cung cấp dịch vụ mạng SON sẽ có các hợp đồng song phương với các ISP phía dưới và với khách hàng của mình. Các khách hàng sẽ đăng ký sử dụng các dịch vụ mà SON cung cấp với mức thoả thuận QoS nào đó. Như vậy, nhà cung cấp mạng SON sẽ cung cấp dịch vụ theo yêu cầu với mức đảm bảo QoS như đã thoả thuận mà không quan tâm đến số lượng miền AS mà kết nối đi qua. Điều đó có nghĩa là đối với khách hàng của SON, QoS được đảm bảo ở hình thức liên miền. Doanh thu của SON có được từ việc khách hàng sử dụng dịch vụ của SON.

Bên cạnh đó, SON phải trả phí cho các ISP phía dưới về việc chiếm dụng tài nguyên mạng gồm việc kết nối và các đặc tính đảm bảo cho kết nối đó như băng thông,... Vì vậy, các chi phí liên quan đến việc triển khai mạng SON cơ bản gồm chi phí cài đặt các nút xếp chồng và chi phí mua băng thông từ các ISP phía dưới.

2. GIẢI PHÁP MẠNG XẾP CHỒNG DỊCH VỤ ĐẢM BẢO QoS

Trong giải pháp này, một mạng ảo (mạng SON) tạo bởi các điểm đầu cuối tham gia trong cùng một dịch vụ được thiết lập và có thể có thêm một số nút tăng cường. Sở dĩ mạng SON có thể đảm bảo được QoS cho dịch vụ đang xét là vì trong mạng SON có thể có những cơ chế hoạt động riêng, độc lập với hoạt động của lớp mạng IP bên dưới. Tất cả những cơ chế này đều được tạo ra với mục đích hỗ trợ việc đảm bảo chất lượng cho dịch vụ mà mạng cung cấp.

Cơ chế riêng đầu tiên được đề cập đến đó là cơ chế định tuyến với các tiêu chí định tuyến QoS đặt ra là:

- Chọn đường dẫn thích hợp nhất.
- Cân bằng tải tối ưu.
- Định tuyến lại nhanh để khôi phục sự cố.

Các tiêu chí này cũng giống với các tiêu chí của các cơ chế định tuyến IP. Tuy nhiên, nhiệm vụ định tuyến QoS ở đây khác so với định tuyến QoS lớp IP. Vì các nút xếp chồng không thể truy nhập trực tiếp bảng thông của các liên kết xếp chồng. Để khắc phục điều này, các nút xếp chồng phải thực hiện giám sát, đo lường (qua phương pháp đo Ping và Sting) để có được thông tin về bảng thông khả dụng và QoS (như trễ, tỉ lệ tổn thất,...) trên liên kết xếp chồng, từ đó đưa ra các quyết định định tuyến đúng đắn cho các yêu cầu đầu vào.

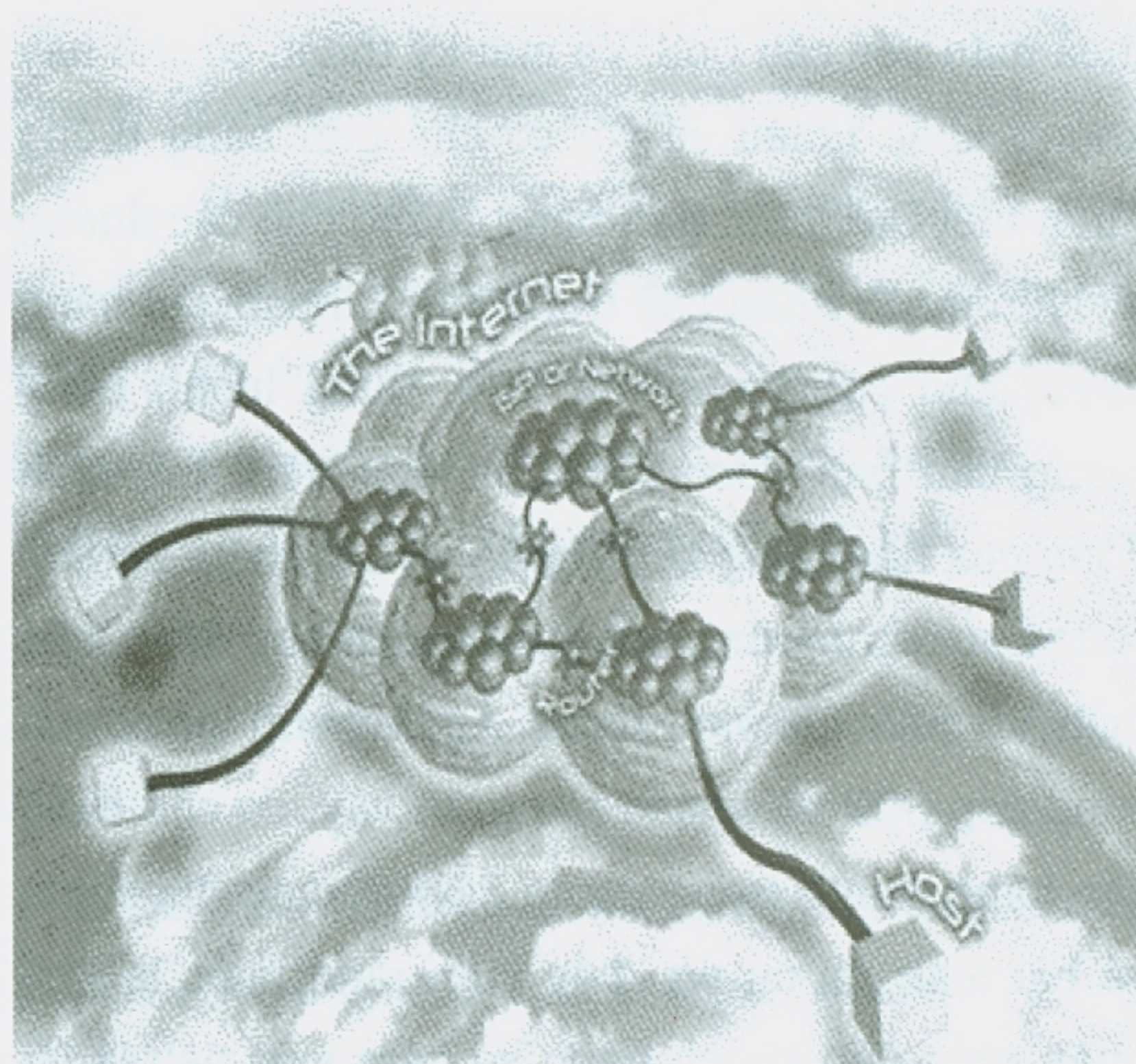
Phương pháp tiếp cận được sử dụng để thực hiện định tuyến QoS trong mạng SON là:

- Cố gắng cân bằng lưu lượng giữa các liên kết xếp chồng và các nút xếp chồng, đồng thời thoả mãn yêu cầu QoS trong quá trình chọn liên kết xếp chồng.
- Sử dụng giao thức định tuyến nguồn với cấu trúc mạng phân cấp. Tại mỗi nút xếp chồng sẽ có cấu trúc mạng tổng thể. Khi có yêu cầu định tuyến,

các nút xếp chồng sẽ sử dụng cấu trúc mạng này và thuật toán chọn đường dẫn để tìm đường dẫn gần đúng. Sau đó, nút xếp chồng sẽ trao đổi thông tin với một số nút xếp chồng khác trên đường dẫn gần đúng đó để có được thông tin chi tiết và cập nhật về hiệu năng của đường dẫn.

- Sử dụng phương thức định tuyến thích nghi. Khi nút xếp chồng nhận biết được tình trạng dung lượng của liên kết xếp chồng không đáp ứng được cho lưu lượng xếp chồng hiện đang phục vụ. Nút xếp chồng sẽ thực hiện tìm kiếm một số đường dẫn xếp chồng dự phòng đầu nối đến các nút xếp chồng kế cận.

Thuật toán chọn đường dẫn được sử dụng dựa trên thuật toán định tuyến đường chi phí tối thiểu Dijkstra, cùng với ràng buộc thoả mãn yêu cầu QoS, cân bằng tải trên các liên kết xếp chồng và tại các nút xếp chồng. Tham số cơ bản của thuật toán là hệ số "chi phí" (cost), hệ số này được xác định theo nhiều cách khác nhau. Nếu hệ số này được xác định dựa vào thành phần tài nguyên ràng buộc (bảng thông của liên kết, dung lượng của nút xếp chồng) thì thực hiện theo thuật toán đường ngắn nhất MSDP (Modified Shortest-Distance Path) [12], còn nếu phụ thuộc tuyến tính vào tất cả những thành phần này thì thuật toán đường ngắn nhất bằng thông tỷ lệ (PBSP) được sử dụng [12].





Khi một số liên kết SON không hoạt động do lỗi liên kết xuất hiện trên các đường dẫn IP phía dưới. Trong trường hợp như vậy, mạng SON sẽ có các cơ chế định tuyến lại hoặc cân bằng tải lưu lượng trong mạng. Rõ ràng, việc khôi phục lỗi thể hiện khả năng QoS trong mạng SON. Song, tùy thuộc vào mô hình triển khai, nhiệm vụ kích hoạt lại nhanh và khôi phục từ các ảnh hưởng lỗi có thể do SON đảm nhiệm, hoặc các ISP phía dưới thực hiện.

Nếu các ISP phía dưới chịu trách nhiệm khôi phục lỗi, vấn đề khôi phục nhanh được thực hiện bởi các giao thức định tuyến IP như BGP sẽ mất nhiều thời gian hơn so với việc có và thực thi giao thức định tuyến riêng tại mạng xếp chồng, giảm được thời gian khôi phục xuống chỉ còn vài giây [3].

Cơ chế riêng thứ hai trong mạng SON là cơ chế cung cấp băng thông tối ưu cho các liên kết SON thỏa mãn yêu cầu QoS. Về mặt kỹ thuật, cơ chế này không khác nhiều so với cơ chế gán băng thông nhận biết QoS như: gán băng thông cho các đường chuyển mạch nhãn LSP trong MPLS, hoặc gán băng thông cho các tunnel ảo VPN. Dung lượng băng thông cần gán được xác định dựa trên tính chất động của lưu lượng xếp chồng và các tham số QoS cụ thể xác định trong bản thỏa thuận hợp đồng mức dịch vụ SLA (Service Level Agreement) giữa nhà cung cấp SON và khách hàng. Vì vậy, cơ chế cung cấp băng thông trong mạng SON thường được đưa về bài toán tối ưu với điều kiện ràng buộc là QoS phân phát đến khách hàng và hàm mục tiêu là tối

đa hoá nguồn thu của SON.

Cơ chế riêng thứ 3 có thể được sử dụng trong SON là cơ chế hướng nút đầu cuối. Thuật ngữ "hướng nút đầu cuối" để chỉ một số cơ chế hỗ trợ được thực hiện tại các nút đầu cuối của kết nối xếp chồng nhằm cải thiện QoS. Chẳng hạn, cơ chế sửa lỗi hướng đi (FEC) và yêu cầu phát lại tự động (ARQ) [9]. Việc kết hợp hai cơ chế này cho phép mạng SON có khả năng đảm bảo tồn thất cho đường dẫn xếp chồng nào đó, cho dù tồn thất có xảy ra ở đường dẫn IP phía dưới.

Lý do cơ bản ẩn sau các cơ chế hướng nút đầu cuối đó là chúng cho phép mạng SON cung cấp QoS tới khách hàng, mà không gây ảnh hưởng đến các mạng phía dưới, điều này tăng được sức mạnh cho giải pháp QoS dựa trên mạng SON. Tuy nhiên việc triển khai thêm các cơ chế hỗ trợ tại các nút xếp chồng sẽ làm tăng độ phức tạp và dĩ nhiên liên quan đến cả chi phí.

Ngoài ra, có thể có những cơ chế liên quan đến bài toán định cỡ như lắp đặt thêm server [7]. Nhờ đó có thể tránh được tắc nghẽn, thông lượng của các dịch vụ được duy trì và tăng đáng kể.

Một khả năng khác có thể hỗ trợ cho việc đảm bảo QoS hiệu quả là việc thiết kế tối ưu cấu trúc mạng SON. Với một tập các nút xếp chồng khả thi cho trước, cùng tính chất động của lưu lượng xếp chồng, và hàm QoS mục tiêu, thì có thể thiết lập tối ưu các liên kết xếp chồng và định tuyến lưu lượng yêu cầu trong cấu trúc mạng đã tạo.

3. ĐÁNH GIÁ GIẢI PHÁP

Rõ ràng với những cơ chế hoạt động riêng, giải pháp mạng SON có thể hiện thực hoá việc đảm bảo QoS cho dịch vụ mà không cần thay đổi hoặc bổ sung thêm tính năng mới cho mạng IP hiện tại. Đồng thời, giải pháp mạng SON có thể triển khai nhanh chóng thông qua việc cài đặt ứng dụng vào các trạm đầu cuối. Hơn nữa, giải pháp này còn đảm bảo cung

cấp QoS ngay cả trong trường hợp dịch vụ đa mạng, tránh được những khó khăn trong việc đảm bảo QoS giữa các miền mạng ngang cấp không đồng nhất. Bởi việc điều khiển và quản lý chỉ còn chịu sự điều khiển của một nhà khai thác mạng SON.

Ngoài ra, với khung làm việc QoS chung, giải pháp mạng SON có khả năng cung cấp QoS độc lập với công nghệ QoS được triển khai trong mạng phía dưới để hỗ trợ đa dạng cho các ứng dụng xếp chồng (như chia sẻ tệp ngang hàng, multicast,...).

Tuy nhiên, khi cần thực hiện và triển khai các nút xếp chồng với tính thông minh nhất định, các chức năng của các nút xếp chồng phải được đo kiểm trước khi đưa vào sử dụng thực tế. Bên cạnh đó, với những cơ chế riêng trong mạng SON có thể ảnh hưởng xấu đến hoạt động tối ưu của các miền mạng phía dưới, làm cho ma trận lưu lượng của các mạng phía dưới trở nên động hơn, dễ bị thay đổi hơn, giảm hiệu quả của các hoạt động kỹ thuật lưu lượng (TE) của các ISP phía dưới, làm cho tải trên các liên kết IP lớn [9].

4. KẾT LUẬN

Hiện nay, với xu hướng cung cấp mọi loại hình dịch vụ ở mọi nơi, mọi lúc, cho mọi đối tượng, trên tất cả các mạng thì vấn đề đảm bảo QoS từ đầu cuối đến đầu cuối trở thành vấn đề cần được quan tâm hàng đầu. Khi đó, giải pháp mạng xếp chồng dịch vụ cũng được xem như là một trong những giải pháp cần được hướng đến.

Tài liệu tham khảo

- [1]. YAIR AMIR, CLAUDIU DANILOV, CRISTINA NITA-ROTARU, *High Performance, Robust, Secure and Transparent Overlay Network Service*, Proceedings of International Workshop on Future Directions IntServ Distributed Computing, 2002.
- [2]. D. ANDERSEN, H. BALAKRISHNAN, F. KAASHOEK, R. MORRIS, *Resilient Overlay Networks*, 18th Symposium on

Operating Systems Principles, (December 2001).

- [3]. Z. DUAN, Z.-L. ZHANG, and Y. T. HOU, *Service overlay networks: SLAs, QoS, and Bandwidth Provisioning*, ICNP'02: Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Network Protocols, (Washington, DC, USA), pp.334-343, IEEE Computer Society, 2002.

- [4]. X. GU, K. NAHRSTEDT, R. N. CHANG, and C. WARD, *QoS-Assured Service. Composition in Managed Service Overlay Network*, in Proceedings of IEEE 23rd International Conference on Distributed Computing Systems, 2003.

- [5]. R. KERALAPURA, N. TAFT, C. CHUAH, and G. IANNACCONE, "Can ISPs take the heat from Overlay Networks?" In ACM SIGCOMM Workshop on Hot Topics in Networks, November, 2004.

- [6]. L. LAO, S.S.GOKHALE, and J.HONG CUI, "Distributed QoS Routing for Backbone Overlay Network", Lectures Notes IntServ Computer Science, Springer, Vol.3976/2006, pp.1014-1025, 2006.

- [7]. KEVIN Y. K. LIU, JOHN C. S. LUI, ZHI-LI ZHANG, *Distributed Algorithm for Service Replication in Service Overlay Network*, NETWORKING 2004: pp.1156-1167, May 2004.

- [8]. QIU, LILI and YANG, RICHARD YANG and ZHANG, YIN and SHENKER, Scott (2003) "On Selfish Routing in Internet-Like Environments", in Proc. ACM SIGCOMM, pages 151-162, August 2003

- [9]. S. SAVAGE, "Sting: a TCP-based Network Performance Measurement Tools," In Proc.of the 2nd USENIX Symposium on Internet Technologies and Systems, pp.71-79, Oct.1999.

- [10]. L. SUBRAMANIAN, I. STOICA, H. BALAKRISHNAN, and R. H. KATZ, *Over QoS: An Overlay based Architecture for Enhancing Internet QoS*, NSDI'04: Proceedings of the 1st conference on Symposium on Networked Systems Design and Implementation, (Berkeley, CA, USA), p.6, UNENIX Association, 2004.

- [11]. H. T. HUNG and T.ZIEGLER, *On the Service Overlay Concept for End-to-End QoS Assurances*, Technical Report, 2005.

- [12]. L. ZHI and P. MOHAPATRA, "QRON: QoS-aware Routing in Overlay Networks," IEEE. J. Select. Areas Commun., vol. 22, pp. 29-40, January 2004.