### *Thuật toán định tuyến ràng buộc băng thông BCRA (Bandwidth Constrained Routing Algorithm)*

*Mô tả*

Các thuật toán ràng buộc băng thông trước đây chủ yếu chọn tuyến đường đi qua nhiều hop và tốn nhiều chi phí để đáp ứng cân bằng tải và tránh tắc nghẽn mạng. Do đó dẫn đến tốn kém tài nguyên mạng và không đảm bảo chất lượng đường truyền. Một thuật toán định tuyến cải thiện những hạn chế trên là BCRA được phát triển. BCRA thỏa mãn ràng buộc về băng thông trên liên kết bằng cách chọn đường đi ngắn có dung lượng liên kết lớn và băng thông được sử dụng ít.

*Tính chất*

* BCRA kết hợp 3 yếu tố: dung lượng liên kết, tải và độ dài đường đi để tính trọng số cho liên kết.
* Trong thuật toán này một liên kết tới hạn (critical link) được định nghĩa là một liên kết có tải vượt quá tải trung bình có thể gây ra tắc nghẽn liên kết. Để phân phối tải và tránh liên kết tới hạn, BCRA định tuyến yêu cầu kết nối theo đường đi có trọng số nhỏ nhất bằng cách sử dụng thuật toán đường đi ngắn nhất Dijkstra.
* Không có khả năng dự đoán tải trong tương lai.

*Công thức tính*

Trọng số mỗi liên kết trên mạng được tính như sau:

Mỗi liên kết được gán một chi phí dựa vào dung lượng băng thông (). Chi phí liên kết không thay đổi trừ khi mạng thay đổi và được tính trước khi có yêu cầu kết nối. Do đó giảm thời gian tính toán trọng số.

Để phân phối tải trên mạng, một tham số tải được định nghĩa là . Nếu xuất hiện liên kết có tải cao trên mạng, nên tránh các liên kết này trong quá trình chọn đường đi cho các yêu cầu định tuyến.

Để giảm độ dài đường đi, thuật toán bổ sung *1* vào công thức tính trọng số cho mỗi liên kết. *1* tượng trưng cho số lượng nút mạng của mỗi đường đi.

### *Thuật toán định tuyến ảnh hưởng tối thiểu MIRA (Minimum Interference Routing Algorithm)*

*Mô tả*

Mỗi một yêu cầu kết nối từ nguồn tới đích sau khi được định tuyến đều làm giảm băng thông liên kết, do đó ít nhiều đã làm ảnh hưởng đến các yêu cầu kết nối khác trong tương lai. MIRA[12] là thuật toán tìm đường đi sao cho giảm tối đa những ảnh hưởng đó thông qua việc dự đoán liên kết nào sẽ tắc nghẽn. Các liên kết này gọi là liên kết tới hạn (critical link). Thuật toán sử dụng bài toán tìm luồng cực đại trên mạng để xác định các liên kết tới hạn, sau đó tránh định tuyến qua các liên kết này bằng cách gán cho mỗi liên kết một trọng số là tham số tới hạn (mức độ dễ bị tắc nghẽn của liên kết). MIRA tính toán trọng số liên kết đối với mỗi cặp nguồn-đích khác cặp nguồn-đích hiện tại và tìm đường đi ngắn nhất bằng thuật toán Dijkstra.

*Tính chất*

* Tìm đường đi tốt nhất đối với cặp nguồn-đích hiện tại thông qua việc xem xét đến nhu cầu tương lai của các cặp nguồn-đích khác.
* Chọn đường đi dựa vào các liên kết tới hạn. Mục tiêu của thuật toán MIRA là tránh đến tối đa việc đi qua các liên kết tới hạn.
* Đáp ứng yêu cầu của kỹ thuật lưu lượng là giảm tắc nghẽn liên kết.
* Thuật toán sử dụng phương pháp tính nhằm đạt được tối đa số yêu cầu. Vì vậy có thể chọn đường đi dài thay vì các đường đi ngắn nhưng dễ tắc nghẽn, điều đó sẽ dẫn tới tải tổng thể mạng tăng lên.

*Công thức tính*

Trọng số mỗi liên kết trên mạng được tính như sau:

phản ánh tầm quan trọng của cặp nguồn-đích

là tập hợp các liên kết tới hạn của cặp nguồn-đích

Trọng số trên liên kết *l* chỉ được tính nếu *l* là liên kết tới hạn đối với từng cặp nguồn-đích khác cặp nguồn-đích trong yêu cầu định tuyến. Nếu *l* không phải liên kết tới hạn thì trọng số bằng 0. Cặp nguồn-đích hiện tại bị trừ ra bởi vì thuật toán có mục đích ngăn ngừa ảnh hưởng đối với những cặp khác.

Giả sử rằng tính được luồng cực đại giữa nút nguồn *s* và nút đích *d.* Gọi *S* là tập hợp nút có thể đi được đến *s* và *D* là tập hợp nút có thể đi được đến *d.* Cung tương ứng với liên kết . Xét trên sơ đồ mạng sau khi tính luồng cực đại, cung khi :

* *l* sử dụng hết dung lượng.
* và *i.*
* Không có đường đi giữa *i* và *j.*

Khi tất cả các cặp được đánh giá ngang nhau (), chính là số cặp nguồn-đích làm cho *l* trở thành liên kết tới hạn. Độ tới hạn của liên kết càng cao liên kết càng ít được chọn.