

MỘT SỐ GIẢI PHÁP TỐI ƯU HÓA DOANH THU mạng không đồng nhất WiMax-WiFi dựa trên RRM

V

ThS. Dương Thị Thanh Tú

Bài báo giới thiệu tổng quan về quản lý nguồn tài nguyên vô tuyến (RRM- Radio Resource Manangement) trong mạng không đồng nhất WiMax-WiFi. Trên cơ sở đó, giới thiệu một số phương pháp tối đa hóa doanh thu cho nhà khai thác mạng và cung cấp dịch vụ truy nhập băng rộng.

GIỚI THIỆU CHUNG

Trong mạng truy nhập thế hệ mới, với cùng một khu vực địa lý, có thể một lúc tồn tại một vài công nghệ truy nhập vô tuyến khác nhau, ví dụ: GSM, WiFi, WiMax... Người ta gọi đó là mạng truy nhập vô tuyến không đồng nhất. Mỗi một công nghệ khác nhau lại mang những đặc tính riêng của công nghệ như vùng phủ sóng, chi phí, tốc độ dữ liệu... Sự cùng tồn tại của những công nghệ khác nhau này có thể mang lại lợi ích cho không chỉ người sử dụng mà cả nhà khai thác mạng. Đối với người sử dụng, họ có thể có thêm cơ hội lựa chọn cho công nghệ phù hợp nhất với nhu cầu của họ dựa trên tiêu chí chất lượng và giá cả. Với nhà cung cấp dịch vụ, họ có thêm cơ hội gia tăng lợi nhuận và mở rộng thêm các ứng dụng dịch vụ cho người dùng. Tuy nhiên, điều này lại mang đến những thách thức lớn đối với công tác quản lý nguồn tài nguyên vô tuyến của các công nghệ truy nhập khác nhau trong mạng sao cho tối ưu về hiệu suất tổng thể.

Quản lý nguồn tài nguyên vô tuyến trong mạng không đồng nhất là một vấn đề rất rộng và có thể

xem xét từ nhiều góc độ khác nhau tùy thuộc vào đối tượng quan tâm là nhà thiết kế mạng hay là nhà khai thác mạng hoặc là người sử dụng. Nội dung của bài báo này đề cập đến vấn đề quản lý nguồn tài nguyên vô tuyến dựa trên quan điểm của nhà khai thác mạng, nhằm tối ưu doanh thu trong môi trường mạng không đồng nhất WiMax-WiFi.

Có khá nhiều đề án nghiên cứu RRM trong môi trường mạng vô tuyến tích hợp trong thời gian gần đây, tập trung vào các khía cạnh khác nhau của RRM như: thuật toán điều khiển đăng nhập cuộc gọi, chuyển giao dọc hay cân bằng tải cho mạng... nhằm lựa chọn ra công nghệ truy nhập vô tuyến (RAT- Radio Access Technology) thích hợp nhất. Nội dung của bài báo giới thiệu hai phương pháp dựa trên RRM để tối ưu hóa doanh thu: Một, sử dụng giải pháp chuyển giao bằng cách tìm kích thước tập tin tối ưu để phục vụ trong WiMax sau đó chuyển giao qua WiFi những tập tin còn lại. Hai, sử dụng điều khiển đăng nhập cuộc gọi bằng cách nhanh chóng gửi các tập tin qua WiFi nếu như doanh thu của chúng trong WiFi cao hơn WiMax.

RRM TRONG MẠNG KHÔNG ĐỒNG NHẤT WiMax-WiFi

Nội dung phần này sẽ giới thiệu về khái niệm mạng không đồng nhất WiMax- WiFi, các mô hình mạng cũng như các khía cạnh cơ bản của quản lý nguồn tài nguyên vô tuyến trong mạng.

Khái niệm

Có thể hiểu đơn giản, mạng không đồng nhất WiMax-WiFi là mạng cùng tồn tại hai chuẩn công nghệ IEEE 802.11 cho WiFi và IEEE802.16 cho WiMax để người sử dụng WiMax có thể truy cập vào Internet thông qua mạng WiFi và ngược lại, người dùng mạng WiFi cũng có thể truy cập Internet qua mạng WiMax nếu như thiết bị đầu cuối có hỗ trợ giao diện phù hợp [1].

Tích hợp mạng là xu hướng phát triển chính của mạng truy nhập không dây thế hệ mới. Trong đó các công nghệ khác nhau sẽ được tối ưu hóa để có thể kết hợp trong các mô hình khác nhau với những ứng dụng khác nhau. WiMax - WiFi được coi là hai công nghệ hứa hẹn nhất cho việc kết hợp của mạng truy nhập vô tuyến tương lai, bởi chúng có những điểm tương đồng về mặt công nghệ giúp cho khi tích hợp thành một mạng duy nhất nó có thể sử dụng hiệu quả hơn hạ tầng mạng cơ sở; cũng như cung cấp tính di động và chuyển giao liên mạch. Hơn nữa việc tích

hợp WiMax/WiFi cũng giúp tận dụng và khắc phục những ưu nhược điểm của hai công nghệ này.

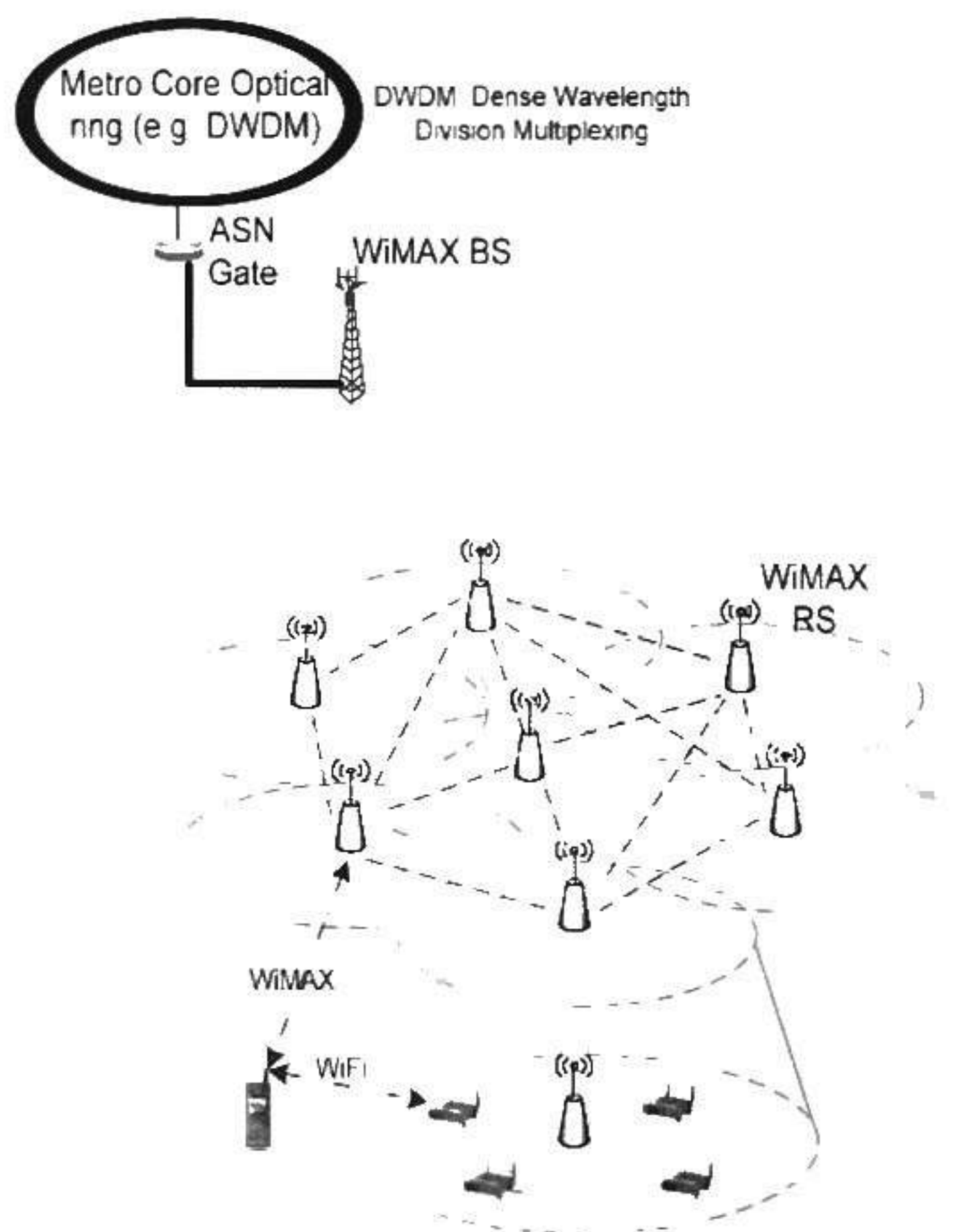
Các kiến trúc mạng không đồng nhất WiMax-WiFi

WiMax và WiFi là hai công nghệ truy nhập có nhiều đặc tính khác biệt nhưng xét theo một vài khía cạnh cũng có khá nhiều điểm tương đồng để hoạt động tích hợp.

IEEE 802.11s và IEEE 802.16j là các chuẩn cho mạng mesh WiFi WLAN và WiMax MMR. Một kiến trúc mạng FMC thế hệ mới bao gồm mạng quang, mạng chuyển tiếp WiMax và mạng mesh WiFi (Hình 1).

Lớp trên cùng là các vòng ring quang ghép kênh phân chia theo bước sóng mật độ cao (DWDM) để chuyển tiếp lưu lượng mạng lõi MAN. Lớp giữa là mạng WiMax MMR – gồm các trạm gốc BS WiMax và trạm chuyển tiếp RS WiMax – để chuyển tiếp lưu

lượng ở các lớp dưới lên mạng lõi. Lớp dưới cùng là các mạng mesh WiFi, cung cấp các kết nối tốc độ dữ liệu cao trực tiếp đến người dùng. Điểm chuyển tiếp dữ liệu giữa các lớp khác nhau được gọi là cầu nối giữa các mạng mà thông qua đó, lưu lượng được tập trung hoặc phân phối. Hơn nữa, các nút chuyển mạch quang trong mạng WDM cũng là các nút chuyển tải dữ liệu trong các mạng WiMax MMR. Tương tự như vậy, mỗi một BS/RS trong mạng WiMax cũng là một nút



Hình 1: Kiến trúc mạng không đồng nhất FMC

chuyển tải trong các mạng mesh WiFi.

Có hai kiến trúc để kết hợp hai công nghệ truy nhập WiMax/WiFi vào một mạng truy nhập:

Kiến trúc

tích hợp (Hình 2): Trong kiến trúc này người dùng có thể sử dụng hai chế độ WiFi/WiMax và có thể chuyển vùng từ hotspot của WiFi sang trạm gốc BS của WiMax. Vấn đề chính trong thiết kế của môi trường tích hợp này chính là sự chuyển giao liên tục giữa WiFi và WiMax.

- *Kiến trúc phân cấp* (Hình 3): Trong kiến trúc này WiMax đóng vai trò mạng back-bone kết nối các điểm truy nhập AP (access point) của WiFi. Với đặc tính băng tần rộng, vùng phủ sóng lớn, WiMax là một giải pháp linh động và có hiệu quả kinh tế cho việc tạo back-bone kết nối các AP WiFi. Các AP WiFi sẽ kết nối với mạng back-bone này thông qua các



Hình 2 Truy nhập vô tuyến tích hợp WiMax/ WiFi

trạm gốc BS của WiMax.

RRM trong mạng WiMax-WiFi

Quản lý nguồn tài nguyên vô tuyến là một trong những vấn đề quan

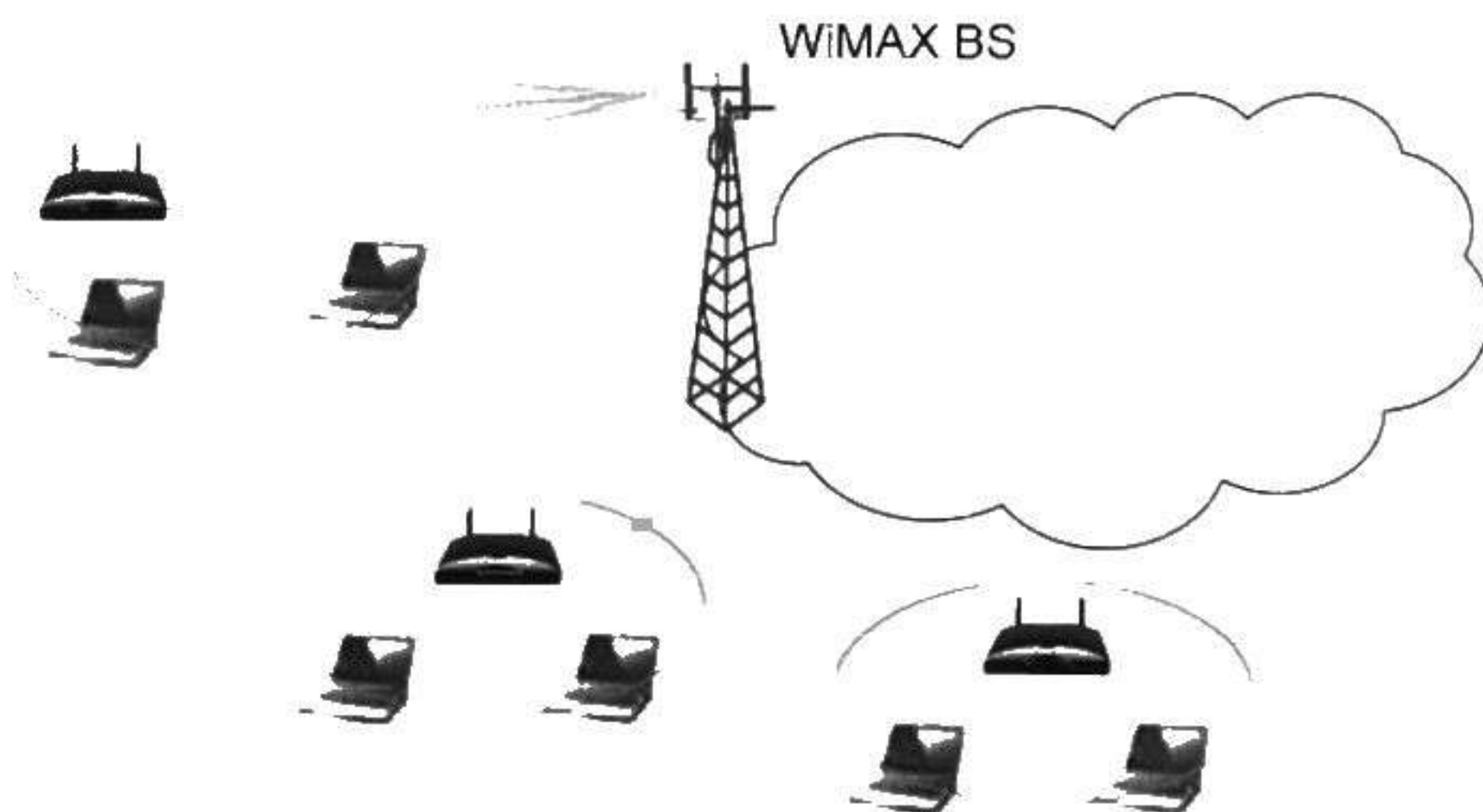
trọng của truyền thông không dây nhằm sử dụng hiệu quả tài nguyên vô tuyến, nâng cao hiệu năng của hệ thống và giảm được nhiễu. Có thể liệt kê một số phương pháp cơ bản thực hiện quản lý tài nguyên vô tuyến như sau:

- Điều khiển đăng nhập AC (Admission Control): Điều khiển tất cả lưu lượng mới đến. Kiểm tra xem có sự kết nối mới nào không, các thông số kết nối phát sinh.
- Điều khiển tải LC (Load Control): Giám sát tải và quản lý khi tải vượt quá ngưỡng.
- Lập lịch cho gói tin PS (Packet Scheduling): Lập lịch cho các gói dữ liệu của người dùng.

Quản lý tài nguyên RM (Resource Management): Điều khiển các tài nguyên logic như BS, AP và các tài nguyên được dành riêng.

- Điều khiển chuyển giao HO (Handover Control): Điều khiển và thực hiện các quyết định chuyển giao.

- Điều khiển công suất PC (Power Control). Duy trì công suất tín hiệu phát, chất lượng đường truyền vô tuyến, giảm thiểu tối đa công suất



Hình 3 WiMax đóng vai trò back-bone kết nối các AP WiFi.

sử dụng trong các giao diện vô tuyến.

Xét mô hình tổng quát, sóng WiMax, WiFi cùng tồn tại trong một khu vực. Trong vùng phủ sóng của một trạm gốc BS tồn tại một vài AP của WiFi. Người sử dụng có thể kết nối với bất kỳ RAT nào nếu thiết bị đầu cuối của họ có giao diện kết nối WiMax và WiFi. Để có thể cung cấp dịch vụ tốt nhất đến người dùng trong khi vẫn gia tăng được lợi nhuận cho mình, nhà quản lý mạng phải có một cơ chế quản lý nguồn tài nguyên vô tuyến hiệu quả. Trong phạm vi bài viết này sẽ giới thiệu hai giải pháp, đó là giải pháp điều khiển chuyển giao và giải pháp điều khiển đăng nhập.

Điều khiển chuyển giao

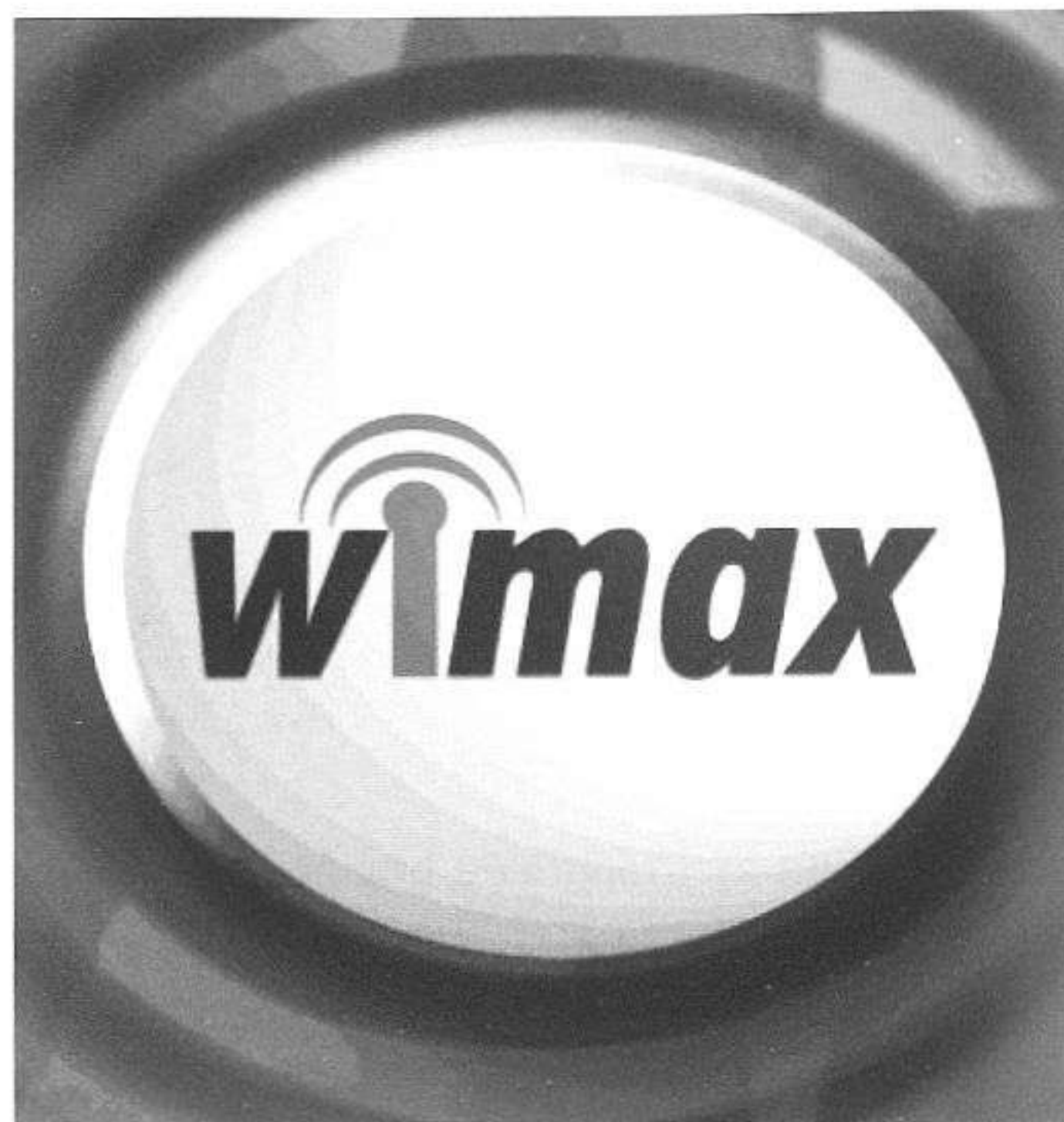
Mạng không đồng nhất WiMax/WiFi là một mạng không dây nên nó cho phép người dùng truy cập các dịch vụ trong khi đang di chuyển. Tuy nhiên sự di chuyển này ảnh hưởng đến chất lượng liên kết, mức nhiễu, sự thay đổi các trạm gốc phục vụ. Sự chuyển đổi kết nối từ trạm thu phát này sang trạm thu phát khác hay nói cách khác từ BS/WiMax này sang BS/WiMax khác hoặc AP/WiFi gọi là chuyển giao.

Tùy thuộc vào các tiêu chí khác nhau mà người ta có thể chia chuyển giao làm nhiều loại, trong bài báo này chỉ đề cập đến hai loại:

- Chuyển giao ngang (Horizon HO). Là sự chuyển giao trong cùng một công nghệ truy nhập. Ví dụ trong cùng WiFi hoặc cùng WiMax.

- Chuyển giao dọc (Vertical HO): Là sự chuyển giao giữa hai công nghệ khác nhau. Ví dụ chuyển giao từ WiMax sang WiFi.

Mạng WiFi cung cấp kết nối băng rộng trong phạm vi nhỏ (mạng LAN) và thường miễn phí trong khi WiMax cung cấp kết nối băng rộng trong phạm vi lớn (đô thị) nhưng mất phí. Do đó, trên quan điểm



của người sử dụng, việc kết nối thông qua WiFi càng lâu càng tốt và chuyển vùng qua WiMax chỉ được thực hiện khi thiết bị đầu cuối ra khỏi vùng phủ sóng của WiFi sang vùng phủ sóng của WiMax hoặc khi chất lượng của WiFi xuống dưới mức cho phép. Tuy nhiên quan điểm của nhà cung cấp dịch vụ thì không hẳn như vậy. Chuyển giao thường được thực hiện thông qua việc đo lường các thông số vô tuyến như RRS (cường độ tín hiệu thiết bị đầu cuối nhận được), nhiễu, BER, ngắt chuyển giao (pass loss). Các thông số này được sử dụng riêng rẽ hoặc kết hợp.

Để có thể thực hiện chuyển giao dọc liên mạch, liên tục giữa hai mạng trong khi thiết bị đầu cuối đang di chuyển thì quyết định chuyển giao phải được thực hiện trước khi người dùng di chuyển ra khỏi vùng phủ sóng hiện tại. Vì vậy, vị trí và tốc độ của thiết bị đầu cuối cũng ảnh hưởng đến quyết định chuyển giao. Hơn thế nữa, bài báo này còn đề cập đến một yếu tố khác nữa để quyết định chuyển giao, đó là giá trị tối ưu doanh thu của nhà cung cấp dịch vụ.

Điều khiển đăng nhập

Điều khiển đăng nhập AC được coi là một trong những cơ chế quan trọng nhất của quản lý nguồn tài nguyên vô tuyến. Dựa trên các tài nguyên mạng sẵn có, nó ước đoán được những tác động, ảnh hưởng của việc nhận thêm hoặc từ chối yêu cầu của một phiên kết nối mới. Trên mạng không đồng nhất WiMax/WiFi, việc điều khiển đăng nhập cần phải thích ứng với các đặc tính của mạng không đồng nhất để có thể tối ưu hóa được việc sử dụng băng thông và cung cấp dịch vụ với QoS cao nhất hoặc ít nhất cũng phải đảm bảo được QoS ở mức cho phép.

Có rất nhiều thông số hay tiêu chí mà thuật toán AC sử dụng để xây dựng, đưa ra các quyết định cho việc chấp nhận hay từ chối phiên kết nối mới đi đến hay phiên chuyển giao từ một RAT này sang một RAT khác. Một trong các thông số hay được sử dụng là băng thông còn lại của hệ thống. AC sẽ kết hợp tham số băng thông còn lại của hệ thống với yêu cầu lưu lượng của kết nối để đưa ra quyết định. Ngoài ra, còn có một số thuật toán dựa vào các phép đo định kỳ về công suất phát sau đó tính toán nhiều tài nguyên của người sử dụng để đưa ra quyết định AC. Trong bài báo này AC được xác định dựa trên một tiêu chí lợi nhuận thu được từ các RAT.

TỐI ƯU HÓA DOANH THU THÔNG QUA RRM

Bài toán tối ưu

Mục đích cuối cùng của tối ưu hóa chính là tối đa lợi nhuận trên toàn mạng cho nhà cung cấp dịch vụ. Giải quyết vấn đề này bằng RRM chính là tìm ra cơ chế phân phối tốt nhất cho các lưu lượng truyền tải trong WiMax và WiFi sao cho lợi nhuận thu được cao nhất. Lợi nhuận thu được từ việc truyền tải dữ liệu trong WiMax/WiFi được xác định như sau [2]:

$$R_{tot}(x) = R_{w_{max}}(x) + R_{w_{wifi}}(Filesize - x) \quad (1)$$

với: R_{tot} : Tổng doanh thu có được nhờ chuyển tải tệp tin có kích thước Filesize

x : Kích thước tệp tin được truyền tải trong WiMax.

Để tối ưu giá trị R_{tot} trước tiên chúng ta tối ưu x gọi là x_{opt} với giả thiết không giới hạn kích thước truyền tải hay nói cách khác, dữ liệu tệp tin truyền trong WiMax có thể chuyển sang WiFi ở bất cứ thời điểm nào.

Bằng cách sử dụng các phương pháp tính cực trong [2] áp vào công thức (1) chúng ta có thể xây dựng được doanh thu tạo ra bởi ứng dụng chuyển tệp tin là một hàm của kích thước tệp tin.

Giải pháp tối ưu

Có nhiều giải pháp được đưa ra để giải quyết bài toán tối ưu (tính giá trị lớn nhất của R_{tot}) theo giá trị x . Nhìn chung miền giá trị của x có thể diễn giải như sau:

$$x \begin{cases} = 0 & \text{File được phục vụ hoàn toàn trong WiFi} \\ \in [0, filesize] & \text{File được phục vụ một phần trong WiMax} \\ = filesize & \text{File được phục vụ hoàn toàn trong WiMax} \end{cases}$$

Giải pháp chuyển giao

Giải pháp này điều khiển tất cả dịch vụ truy nhập được thực hiện trong WiMax trước, sau đó mới chuyển giao sang WiFi. Khi đó, bài toán tối ưu trở thành:

$$\max_x \text{imize } R_{tot}(x) \max \text{ với } 0 < x_1 \leq Filesize_1, i=1, \dots, m.$$

Trong đó: m là số lượng dịch vụ truyền file diễn ra trong WiMax.

Kích thước dữ liệu được thực hiện trong WiMax được xác định như sau:

$$x = \begin{cases} Filesize & \text{nếu } Filesize \leq x_{opt} \\ x_{opt} & \text{trong trường hợp còn lại} \end{cases}$$

Khi một dịch vụ chuyển file mới được yêu cầu, nó

sẽ được thực hiện trong WiMax. Sau đó, hệ thống sẽ tiến hành kiểm tra xem liệu có xảy ra chuyển giao không và nếu có thì khi nào sẽ chuyển giao sang WiMax, cụ thể trình tự thực hiện như sau:

- Tối ưu hóa kích thước được phục vụ trong WiMax (x_{opt}).
- So sánh kích thước file với x_{opt} .
- Trường hợp kích thước file $\leq x_{opt}$ file sẽ được xử lý hoàn toàn trong WiMax và không xảy ra chuyển giao.
- Trường hợp còn lại, x_{opt} sẽ được thực hiện trong WiMax trước khi chuyển giao phần còn lại sang WiFi

Giải pháp điều khiển đăng nhập

Giải pháp này điều khiển cho người dùng đăng nhập để truyền tải lưu lượng của mình hoàn toàn trong WiMax hoặc WiFi. Như vậy, bài toán tối ưu trong giải pháp này trở thành:

$$\max_x R_{tot}(x) \text{ với } x_1=0 \text{ hoặc } x_1=Filesize, i=1, \dots, m.$$

Vậy, doanh thu đạt được bởi giải pháp điều kiện đăng nhập cho một dịch vụ truyền tải file với kích thước Filesize sẽ là:

$$R_{tot} = \max(R_{wimax}(Filesize), R_{wifi}(Filesize))$$

với R_{wimax} , R_{wifi} là doanh thu thu được từ việc truyền file trong WiMax và WiFi.

Trong giải pháp này, việc lựa chọn công nghệ truy nhập vô tuyến nào cho truyền tải ứng dụng mới đến phụ thuộc vào kết quả so sánh doanh thu thu được từ RAT đó. RAT nào có doanh thu cao hơn sẽ được lựa chọn cho đăng nhập cho ứng dụng. Điều này cũng có nghĩa, dữ liệu sẽ được đăng nhập và truyền tải hoàn toàn trong WiFi chỉ khi lợi nhuận thu được từ WiFi cao hơn WiMax.

Tài liệu tham khảo

- [1] "WiMax-WiFi Synergy for Next Generation Heterogeneous Network", In Tech, December 2009.
- [2]. "Maximizing Network Revenue through Resource Management in Heterogeneous Wireless Networks", STRI - IEEE ISCC 2011, 28 June 2011.
- [3]. DEEPAKUR, VISHAL ARORA, "Research Agenda for Vertical Handover between WiMax and WiFi Network", International Journal of Emerging Research in Management & Technology, January 2013.
- [4]. "Multi-objective Optimal Connection Admission Control for Heterogeneous Wireless Network", Journal of Computational Information Systems 9, January 2013

