

STUDY AND ANALYSIS ASSESSMENT QUALITY OF SERVICE OF SOME MOBILE NETWORK SERVICE PROVIDERS IN VIETNAM

Le Hoang Hiep*, Luong Thi Minh Hue, Duong Thi Quy, Nguyen Thi Dung

TNU - University of Information and Communication Technology

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 16/6/2020 Revised: 23/02/2021 Published: 28/02/2021	With the increasing number of users using smart mobile devices, the types of services will also be diverse. At that time, the service quality (QoS - Quality of Service) of telecommunication service providers must be drastically improved to be able to compete with each other. However, with the mobile network characteristics, controlling and improving QoS service becomes a difficult problem. The objective of the paper is to analyze and assess the parameters that affect QoS in three cases when using mobile networks: walking, stationary, and traveling by motorbike. The results show that the QoS evaluation parameters of uplink, downlink, delay and Jitter are greatly affected and have significant changes. The movement speed makes these parameters most of the way down, which explains the move away from Base Transceiver Station (BTS) and the technology of transferring between these signal transceiver stations of suppliers. Mobile services are not fully optimized yet.
KEYWORDS Quality of Service Network services Internet service provider Telecommunication services Home network	

NGHIÊN CỨU, PHÂN TÍCH ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ CỦA MỘT SỐ NHÀ CUNG CẤP DỊCH VỤ MẠNG DI ĐỘNG TẠI VIỆT NAM

Lê Hoàng Hiệp*, Lương Thị Minh Huệ, Dương Thị Quy, Nguyễn Thị Dung

Trường Đại học Công nghệ thông tin & Truyền thông – ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 16/6/2020 Ngày hoàn thiện: 23/02/2021 Ngày đăng: 28/02/2021	Với số lượng người dùng sử dụng các thiết bị di động thông minh ngày càng tăng kéo theo các loại hình dịch vụ cũng sẽ đa dạng. Khi đó chất lượng dịch vụ (QoS - Quality of Service) của các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông phải được cải thiện mạnh mẽ để có thể cạnh tranh được với nhau. Tuy nhiên, với đặc tính mạng di động, việc kiểm soát và nâng cao chất lượng dịch vụ QoS lại trở thành bài toán khó. Mục tiêu của bài báo nhằm phân tích đánh giá làm rõ các thông số có ảnh hưởng tới QoS ở ba trường hợp khi người dùng sử dụng mạng di động: đi bộ, cố định và di chuyển bằng xe máy. Kết quả chỉ ra rằng, các thông số đánh giá QoS như Uplink, Downlink, Delay và Jitter bị ảnh hưởng lớn và có sự thay đổi rõ rệt. Tốc độ di chuyển làm các thông số này hầu hết bị giảm dần, điều này lý giải việc di chuyển xa dần các trạm Base Transceiver Station (BTS) và kỹ thuật chuyển giao giữa các trạm thu phát tín hiệu này của các nhà cung cấp dịch vụ di động chưa được tối ưu hoàn toàn.
TỪ KHÓA Chất lượng dịch vụ Dịch vụ mạng Dịch vụ Internet Dịch vụ viễn thông Nhà mạng	

* Corresponding author. Email: lhiep@ictu.edu.vn

1. Giới thiệu

Việt Nam được đánh giá là một trong những thị trường di động phát triển nhanh nhất trên thế giới. Sự bùng nổ của điện thoại thông minh tại nước ta trong vài năm gần đây đã nhanh chóng tiếp cận tới phần đông dân số trên cả nước. Mức sống tăng cao, nhu cầu kết nối mọi nơi mọi lúc và xu hướng cá nhân hóa trên mạng xã hội khiến số lượng người sử dụng điện thoại thông minh (Smartphone) tăng mạnh mẽ. Với số lượng người dùng sử dụng các thiết bị di động thông minh ngày càng tăng kéo theo các loại hình dịch vụ cũng sẽ đa dạng. Khi đó chất lượng dịch vụ cũng như việc trải nghiệm của người dùng là mối quan tâm hàng đầu của các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông [1]. Tuy nhiên với đặc tính di động, việc kiểm soát chất lượng dịch vụ QoS lại trở thành bài toán khó [2]. Về phía người dùng, họ không cần quan tâm đến các thông số kỹ thuật mô tả, đánh giá chất lượng dịch vụ QoS như tốc độ tải lên (upload), tốc độ tải xuống (download), hay thông số về thông lượng (throughput), độ trễ (delay), hoặc thông số jitter ra sao. Thay vào đó là những thông số này có đáp ứng nhu cầu của họ hay không như xem phim, truy cập website, nhắn tin... trong thời gian thực hiệu quả như thế nào. Ngược lại, đối với các nhà mạng di động, các thông số kể trên lại là vấn đề phải quan tâm, xem xét, tính toán sao cho hợp lý nhất. Trên thực tế vấn đề sử dụng mạng khi di chuyển của người dùng ảnh hưởng rất nhiều đến các thông số của QoS do tín hiệu sóng di động thu phát bởi các trạm BTS bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố vật cản như các tòa nhà, cây cối, thời tiết. Những yếu tố này có thể khiến người dùng khó chịu khi không xem được video trên Youtube, truy cập Website, Facebook, hoặc tìm kiếm thông tin trên mạng. Mặc dù các thông số của QoS như tốc độ tải lên, tốc độ tải xuống, thông lượng, độ trễ không hoàn toàn phản ánh chất lượng dịch vụ cho người dùng, nhưng với chi phí sử dụng dịch vụ mạng di động không rẻ so với các dịch vụ kết nối mạng cố định, thì người dùng vẫn muốn có được trải nghiệm dịch vụ tương ứng với mức chi phí họ bỏ ra.

Để đánh giá được các thông số QoS kể trên, nhiều công cụ phần cứng, phần mềm đã được xây dựng nhằm phục vụ việc kiểm tra, đánh giá tốc độ lưu lượng mạng [3]. Các công cụ đo này có thể hiệu quả và cho kết quả tương đối chính xác. Tuy nhiên, các dữ liệu đo thường rời rạc, số lượng mẫu đo thấp, phụ thuộc vào số lần đo phụ thuộc vào người dùng, ngoài ra các mẫu đo thực hiện trong một điều kiện cố định chủ yếu là tại nhà, tại văn phòng với kết nối mạng ổn định sẽ khó phản ánh được chất lượng dịch vụ mạng di động trên thực tế, bởi bản chất của mạng di động là cung cấp kết nối mạng mọi lúc, mọi nơi. Việc thực hiện đánh giá QoS trong các trường hợp mạng di động có thể mất nhiều thời gian, công sức và chi phí di chuyển, do đó hiện nay chưa có nghiên cứu nào được thực hiện nhằm đánh giá, so sánh các thông số QoS của các nhà cung cấp dịch vụ mạng di động, đặc biệt là các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông tại Việt Nam.

Bài báo tập trung thực hiện các mẫu đo với các trường hợp: *Tại vị trí cố định, Khi đi bộ và khi Di chuyển bằng phương tiện là xe máy*. Ba trường hợp áp dụng thử nghiệm này chưa bao quát được toàn bộ các trường hợp sử dụng mạng di động của người dùng, nhưng với tốc độ di chuyển có sự phân biệt khác nhau giữa các trường hợp, sẽ là một yếu tố khách quan để phân tích, đánh giá chất lượng dịch vụ của các nhà cung cấp dịch vụ di động ở nước ta hiện nay. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả tập trung nghiên cứu, phân tích đánh giá QoS của ba nhà mạng với vai trò là các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông lớn ở Việt Nam như: Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam VNPT, Tổng công ty Viễn thông MobiFone, Tập đoàn Viễn thông Quân đội Viettel.

2. Cơ sở nghiên cứu

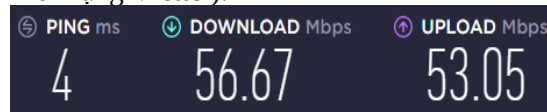
2.1. Đặc điểm của chất lượng dịch vụ QoS

Để dàng nhận thấy, yêu cầu đối với chất lượng dịch vụ QoS cần được biểu thị ở dạng các tham số mà chúng có thể được kiểm định đủ năng lực do chính nhà cung cấp dịch vụ hay các tổ chức chuẩn hóa và được đánh giá bởi người sử dụng dịch vụ thông tin. Để có được nền tảng chung cho việc chuẩn hóa, dịch vụ thông tin cần phải đáp ứng được các yêu cầu cơ bản sau:

- Dịch vụ phải đơn giản, dễ sử dụng và thân thiện với người dùng.

- Hệ thống kỹ thuật, công nghệ tạo ra dịch vụ phải đơn giản, được module hóa.
- Kiểm soát và điều khiển chức năng của bản thân dịch vụ linh hoạt, dễ dàng.
- Chính sách giá của dịch vụ phải được xây dựng trên cơ sở bản chất của dịch vụ.

Như vậy, dịch vụ cung cấp càng phức tạp đòi hỏi không chỉ nhà cung cấp phải cải tiến hệ thống, thay đổi chính sách kinh doanh và định hướng thị trường mà đứng về góc độ người dùng cũng đòi hỏi sự thay đổi nhất định. Điều khiển tối ưu hệ thống là phương thức làm giảm độ phức tạp mạng mà vẫn cung cấp được QoS làm hài lòng khách hàng. Chính yêu cầu thực tế này là động lực chính cho việc cân đối, hài hòa các yêu cầu chất lượng dịch vụ QoS. Điểm mấu chốt cơ bản trong việc xây dựng dịch vụ mạng chính là đáp ứng được yêu cầu về băng thông mạng cho người dùng như ví dụ trong hình 1 (do được khi sử dụng công cụ *speedtest.net* tại thời điểm nghiên cứu, đánh giá với nhà mạng Viettel).



Hình 1. Tốc độ Download và Upload cần thiết khi sử dụng mạng

Trên quan điểm của nhà cung cấp dịch vụ, khái niệm QoS là một chuỗi tham số mạng có thể được xác định, đo tính được và được điều chỉnh để có thể đạt được mức độ hài lòng của người sử dụng dịch vụ. Thông thường có năm giá trị ảnh hưởng quan trọng nhất đến QoS End to end là:

- Độ khả dụng (Availability).
- Băng thông (Bandwidth).
- Tỷ lệ mất gói (Packet Loss).
- Độ trễ (delay).
- Độ biến thiên trễ (Jitter).

Nhà cung cấp dịch vụ có nhiệm vụ tổ hợp các tham số chất lượng mạng khác nhau thành một bộ chỉ tiêu để có thể vừa đảm bảo các nhu cầu lợi ích kinh tế của mình, đồng thời phải thỏa mãn một cách tốt nhất cho những yêu cầu của người sử dụng dịch vụ như thể hiện trong bảng 1.

2.2. Một số phương pháp đánh giá các tham số QoS

Yêu cầu đối với chất lượng dịch vụ mạng là cần biểu thị ở dạng các tham số mà chúng có thể được kiểm định bởi nhà cung cấp và được đánh giá bởi người sử dụng dịch vụ đó. Có 2 phương thức đo kiểm được sử dụng để kiểm tra và giám sát các chỉ tiêu.

- **Drive test:** Phương pháp đo này bao gồm một phương tiện di chuyển có trang bị thiết bị đo kiểm tra giao diện vô tuyến của mạng di động, cho phép thu thập và ghi lại thông tin về dịch vụ cung cấp bởi mạng di động trên một khu vực địa lý.
- **Thống kê OMC:** Thu thập số liệu thống kê từ hệ thống OMC để tính toán các tham số KPI.

3. Thử nghiệm, đánh giá

3.1. Lựa chọn nhà mạng di động trong nước và gói dịch vụ dữ liệu

Nghiên cứu này lựa chọn ba nhà cung cấp dịch vụ mạng di động lớn nhất nước ta hiện nay là Viettel, Vinaphone và MobiFone để thực phân tích, thực hiện đo và đánh giá chất lượng dịch vụ mạng di động trong các trường hợp khác nhau. Cụ thể là khi người dùng ở vị trí cố định, khi đi bộ và khi di chuyển bằng xe máy.

3.2. Thông số cấu hình các thiết bị, công cụ sử dụng đo

3.2.1. Loại SIM và gói dữ liệu sử dụng

- Loại SIM được sử dụng để đăng ký gói dịch vụ dữ liệu của cả ba nhà mạng đều là SIM 4G. SIM 4G là loại sim do các nhà mạng di động phát hành nhằm đáp ứng nhu cầu sử dụng mạng 4G của khách hàng.

Bảng 1. Phân loại các dịch vụ và tốc độ truyền dữ liệu chuẩn dựa trên hệ thống mạng di động 3G/UMTS

Kiểu	Phân loại	Dịch vụ chi tiết
Dịch vụ di động	Dịch vụ di động	<i>Di động đầu cuối/ di động cá nhân/ di động dịch vụ.</i>
	Dịch vụ thông tin	<i>Theo dõi di động/ theo dõi di động thông minh.</i>
Dịch vụ viễn thông	Dịch vụ âm thanh	- <i>Dịch vụ âm thanh chất lượng cao (16-64Kb/s) .</i> - <i>Dịch vụ truyền thanh AM (32-64Kb/s)</i> - <i>Dịch vụ truyền thanh FM (64-384Kb/s)</i>
	Dịch vụ số liệu	- <i>Dịch vụ số liệu tốc độ trung bình (64- 144Kb/s).</i> - <i>Dịch vụ số liệu tốc độ tương đối cao (144Kb/s-2Mb/s).</i>
	Dịch vụ đa phương tiện	- <i>Dịch vụ số liệu tốc độ cao (2Mb/s)</i> - <i>Dịch vụ viễn thông/ Dịch vụ đa phương tiện</i> - <i>Dịch vụ Video (384Kb/s)</i> - <i>Dịch vụ hình chuyển động (384Kb/s-2Mb/s)</i> - <i>Dịch vụ hình chuyển động thời gian thực (2Mb/s)</i>
	Dịch vụ Internet đơn giản	- <i>Dịch vụ truy nhập Web (384Kb/s-2Mb/s)</i>
Dịch vụ Internet	Dịch vụ Internet thời gian thực	- <i>Dịch vụ Internet (384Kb/s-2Mb/s)</i>

- Gói dữ liệu sử dụng của mạng Viettel là VT200 với 28 GB tốc độ cao, duy trì ở tốc độ mạng 4G và không bị thu hẹp băng thông trong suốt quá trình sử dụng mạng, trong trường hợp sử dụng hết 28GB, các ứng dụng truy cập mạng sẽ ngừng truy cập. Đối với mạng MobiFone là gói HD200 với 24.75GB sử dụng ở tốc độ mạng 4G, hết dung lượng ngừng truy cập. Gói dữ liệu sử dụng của mạng Vinaphone là BIG200 với 22GB tốc độ cao, tương tự như hai mạng trên, người dùng không bị thu hẹp băng thông trong quá trình sử dụng mạng và không thể truy cập khi hết dung lượng.

3.2.2. Cấu hình các thiết bị đo và VPS

Nghiên cứu này sử dụng thiết bị đo bao gồm: máy tính Laptop và một thiết bị phát sóng Wifi có cấu hình như sau:

a. Cấu hình máy tính Laptop:

- Tên máy: Dell Latitude E5490
- CPU: Intel Core I5-8250U
- Ram 8G
- Ổ cứng SSD M2 256G
- Màn hình 14 in FullHD IPS
- Hệ điều hành: Ubuntu 18.04

b. Cấu hình thiết bị phát Wifi:

- Tên thiết bị: Wi-Fi Di Động 4G LTE M7350

c. VPS hosting: VPS sử dụng ở đây được thuê của nhà cung cấp dịch vụ VPS Server Vultr, có cấu hình như sau:

- Vị trí: Singapore
- Địa chỉ IP: 207.148.124.223
- CPU: 1 vCore
- RAM: 1024 MB

- Storage: 25GB SSD
- OS: Ubuntu 18.04 x64

3.3. Lựa chọn điều kiện đo

Các phép đo được thực hiện vào khung giờ từ 14h - 16h là khoảng thời gian lượng người truy cập Internet đồng thời ít hơn so với các khung giờ cao điểm. Thực hiện các phép đo một đến hai lần trong một ngày tại khung giờ như đã đề cập, mỗi lần đo thu được một tập mẫu gồm 50 mẫu, mỗi mẫu là giá trị đo thu được của các thông số Download, Upload, Ping và Jitter. Các ngày thực hiện đo là những ngày có nắng, ít mây, nhiệt độ nằm trong khoảng 25-35°C. Địa điểm đo là khu vực trung tâm thành phố Thái Nguyên do có mật độ các trạm phát sóng di động BTS nhiều nhất, điều này cho kết nối mạng di động ổn định khi di chuyển bằng xe máy hoặc đi bộ. Vị trí đo cố định là giống nhau ở cả ba nhà mạng. Khoảng cách giữa thiết bị phát Wifi 4G và máy tính là dưới 1 mét. Các thiết bị được khởi động lại toàn bộ nhằm đảm bảo không còn ứng dụng kết nối mạng nào đang chạy trên máy tính làm ảnh hưởng đến các thông số đo, đồng thời để chắc chắn thiết bị phát sóng wifi kết nối với duy nhất một thiết bị và không chia sẻ kết nối với bất kỳ thiết bị nào khác.

3.4. Phương pháp đo các thông số QoS

Mô hình áp dụng để thiết lập hệ thống đo là mô hình Client-Server, cụ thể [4]:

- Client: là một máy trạm chạy hệ điều hành Ubuntu sử dụng Command Line chạy một đoạn mã Python lặp lại một số lần test xác định trước, gửi request đến Server để thực hiện các phép đo.
- Server: sử dụng VPS hosting, cài đặt hệ điều hành Ubuntu Server 18.04, Server chứa chương trình xử lý các request gửi lên từ phía Client.

3.4.1. Mã nguồn sử dụng

Mã nguồn được lựa chọn sử dụng là LibreSpeed được phát triển bởi Federico Dossena vào cuối năm 2017, phiên bản 4.4. LibreSpeed là một ứng dụng mã nguồn mở dựa trên chuẩn GNU LGPLv3.

3.4.2. Cài đặt

LibreSpeed có thể cài đặt được trên các hệ điều hành Linux, Windows. Các bước cài đặt LibreSpeed cho hệ điều hành:

- Bước 1: Cài đặt Apache2: sử dụng lệnh `apt-get install apache2`.
- Bước 2: Cài đặt PHP: `apt-get install php`
- Bước 3: Sao chép mã nguồn vào thư mục `/var/www/html/speedtest`.
- Bước 4: Cài đặt MySQL: `sudo apt-get install mysql-server`.

3.4.3. Tiến hành thực hiện đo

Các tham số đo kiểm chất lượng dịch vụ dữ liệu trên mạng di động bao gồm: download speed, upload speed, delay và jitter. Trước khi bắt đầu mỗi lần đo, Client cần xác định địa chỉ Server muốn gửi request đến. Khi quá trình đo được kích hoạt, một phương thức `startTest()` khởi tạo một instance của Worker với tham số truyền vào là một file javascript thực thi trong thread của Worker. Giữa luồng chính và worker giao tiếp với nhau thông qua phương thức `postMessage()` và xử lý sự kiện `onmessage` hoặc `addEventListener`. Main thread gửi lệnh cho worker thông qua các thông điệp (message):

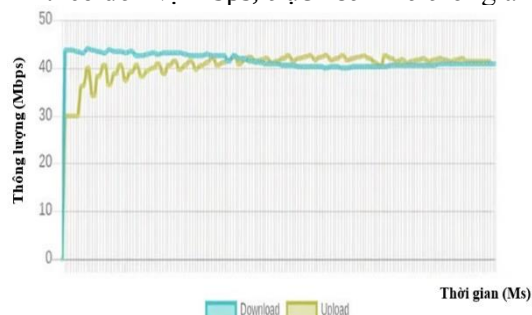
- + `status`: yêu cầu worker trả về giá trị trạng thái và giá trị đo các thông số hiện tại dưới dạng chuỗi string, ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy “;”.
- + `abort`: hủy worker thread, dừng test.
- + `start`: bắt đầu một lần đo.

Main thread gửi message “start” cho Worker để bắt đầu một lần test và mỗi 100ms Main thread sẽ gửi một message là “status” cho thread Worker để lấy giá trị đo các thông số.

- **Tốc độ Download:** Về nguyên lý hoạt động, Client mở nhiều kết nối đến máy chủ, cụ thể là 5 luồng dữ liệu download đối với trình duyệt Chrome, một luồng đối với Firefox và cố gắng tải xuống các mẫu dữ liệu nhỏ. Tại thời điểm này, có hai yếu tố được đo lường là: mất bao lâu để lấy đoạn dữ liệu và bao nhiêu tài nguyên mạng được sử dụng. Nếu Client vẫn có thể xử lý được dữ liệu tải về nhiều hơn, nó sẽ mở nhiều kết nối đến Server (tối đa là 5 luồng) yêu cầu thêm dữ liệu. Việc client mở nhiều luồng cùng lúc để kết nối đến máy chủ, nhằm tăng tốc độ tải xuống (download speed).

- **Tốc độ Upload:** Về cơ bản quá trình upload dữ liệu cũng tương tự như quá trình tải xuống nhưng ngược lại. Thay vì kéo dữ liệu từ máy chủ về máy cá nhân, Client sẽ tải dữ liệu của nó lên máy chủ.

Kết quả sau một lần đo được thể hiện như trong hình 2 (trục tung là tốc độ download, Upload tính theo đơn vị Mbps, trục hoành là thời gian đo download, upload).



Hình 2. Biểu đồ biểu thị kết quả quá trình đo Download và Upload sau một lần đo



Hình 3. Biểu đồ biểu thị kết quả quá trình đo thông số Delay và Jitter sau một lần đo

- **Delay và Jitter:** Quá trình gửi gói tin ping từ Client đến Server được thực hiện lặp đi lặp lại, với số lượng gói tin là 50 gói tin, giá trị ping trung bình xác nhận kết quả cuối cùng.

- Giá trị được gán testStatus = 2, Client bắt đầu gửi gói tin đầu tiên đến Server.
- Khoảng thời gian từ lúc gửi ping request đến lúc nhận được response là một giá trị ping request.
- Giá trị trung bình Delay = tổng giá trị ping / số ping request - 1 (Gói tin đầu tiên là gói tin tìm đường).

Jitter là khoảng thời gian chênh lệch giữa khoảng thời gian nhận được ping response hiện tại với lần nhận được response của ping trước đó. Kết quả đo độ trễ và Jitter qua một lần đo được thể hiện như trong hình 3 (trục tung là tốc độ phản hồi response tính theo đơn vị ms, trục hoành là số lần Ping. Trong nghiên cứu này là 50 lần).

4. Kết quả thực hiện

4.1. Phương pháp tính toán

Dựa trên phần đặt vấn đề nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu được trình bày trong phần trên, đặc biệt là phần mô tả các phép đo nghiên cứu đã thực hiện thực nghiệm ngoài trời. Sử dụng ngôn ngữ lập trình và tính toán trên phần mềm Matlab để phân tích để cho ra kết quả. Để thực hiện tính toán trên phần mềm Matlab, nghiên cứu sử dụng lý thuyết thống kê theo các bước như sau:

- **Bước 1:** Thực hiện 50 phép đo rời rạc theo thời gian và lưu trữ tự động giá trị các thông số upload và download throughput, delay và jitter trong file chuẩn CSV.

- **Bước 2:** Tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của mẫu. Là phương pháp chọn một giá trị thống kê của mẫu (ví dụ như giá trị trung bình, độ lệch chuẩn của mẫu, khoảng tin cậy) muốn sử dụng để ước lượng tham số của tổng thể đã chọn. Một tham số của tổng thể là một giá trị biểu thị một đặc tính nhất định của tổng thể đó. Để tính giá trị trung bình và độ lệch chuẩn của mẫu, đầu tiên cần tính giá trị trung bình của từng loại dữ liệu. Tiếp theo tính độ lệch chuẩn bằng cách tính độ biến thiên của số liệu, hay nói cách khác là tìm giá trị trung bình của bình phương sai lệch so với giá trị trung bình. Tiếp đến, lấy căn bậc hai của giá trị thu được. Công thức (1) và (2) minh họa một số công thức đã giải thích bên trên.

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}} \quad (2)$$

- Trong công thức (1) và (2) tính trung bình mẫu và độ lệch chuẩn với:

+ Giá trị $\bar{X}$ là: Mean

+ Giá trị X là: Data value

+ Giá trị n là: Sample size

+ Giá trị σ là: Standard deviation

- **Bước 3:** Chọn khoảng tin cậy mong muốn. Các khoảng tin cậy thường được dùng là 90%, 95% và 99%. Giá trị này cũng thường được cho trước. Trong bài toán này, lựa chọn khoảng tin cậy 95% (mức trung bình).

- **Bước 4:** Tính phạm vi sai số hay giới hạn sai số. Giới hạn sai số có thể tính theo công thức:

$Z_{\alpha/2} * \sigma / \sqrt{n}$. Trong đó, $Z_{\alpha/2}$ là hệ số tin cậy, với α là khoảng tin cậy, σ là độ lệch chuẩn và n là kích thước mẫu. Hay nói cách khác, cần nhân giá trị giới hạn với sai số chuẩn. Để giải được công thức này, chia công thức thành các phần nhỏ như sau:

- Để tính trị số giới hạn $Z_{\alpha/2}$: Khoảng tin cậy đang xét là 95%. Chuyển từ giá trị phần trăm sang giá trị thập phân được: 0,95; lấy giá trị này chia cho 2 được 0,475. Tiếp đó, so sánh với bảng z table để tìm được giá trị tương ứng với 0,475. Nhận thấy rằng giá trị gần nhất là 1,96 nằm ở giao điểm của hàng 1,9 và cột 0,06.

- Để tính sai số chuẩn, thực hiện lấy độ lệch chuẩn đã được tính ở bước 3. Nhân trị số tới hạn với sai số chuẩn. Tích số này chính là giới hạn sai số hay khoảng tin cậy. Cách tính được thể hiện như công thức số (3).

$$Z_{\alpha/2} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (3)$$

- **Bước 5:** Ghi khoảng tin cậy. Để ghi khoảng tin cậy, lấy giá trị trung bình và ghi giá trị này bên trái dấu $\pm$ sau đó đến giới hạn sai số. Từ đó có thể xác định được cận trên và cận dưới của khoảng tin cậy bằng cách cộng thêm hoặc trừ đi giá trị trung bình một lượng bằng phạm vi sai số. Công thức (4) minh họa khoảng tin cậy của một giá trị trung bình đã được tính.

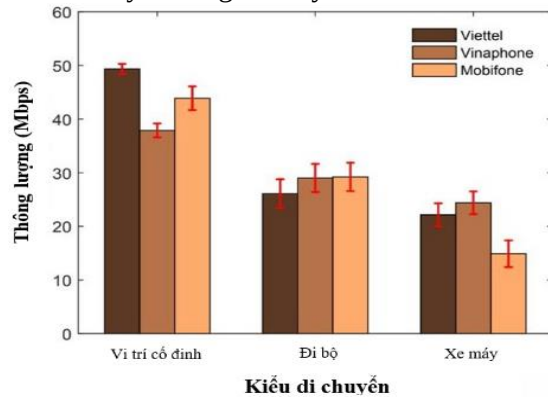
$$\bar{X} \pm Z_{\alpha/2} \times \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (4)$$

- Theo giả thiết, chọn xác suất là 95% cho việc tính toán khoảng tin cậy của các phép đo. Theo đó công thức (4) có ý nghĩa như sau: Giả sử chia bài toán thành nhiều lần thí nghiệm, lần thí nghiệm đầu tiên đo 50 lần và được 50 mẫu, từ số mẫu này tính được khoảng tin cậy là $\pm a$ (giá trị này sẽ được thể hiện bằng Error Bar trên biểu đồ dạng cột). Dựa vào khoảng tin cậy $\pm a$ có thể phát biểu rằng trong các lần thí nghiệm khác có cùng thiết lập, chắc chắn với xác suất 95% giá trị trung bình sẽ nằm trong khoảng $x \pm a$, trong đó x là giá trị trung bình của lần thí nghiệm đó. Ý nghĩa thiết thực là đối với các thiết lập trình bày trong phần phương pháp nghiên cứu trên, chỉ cần thực hiện 50 phép đo là đủ. Nếu tiếp tục đo thì chỉ có xác suất 5% giá trị trung bình sẽ không nằm trong khoảng nói trên.

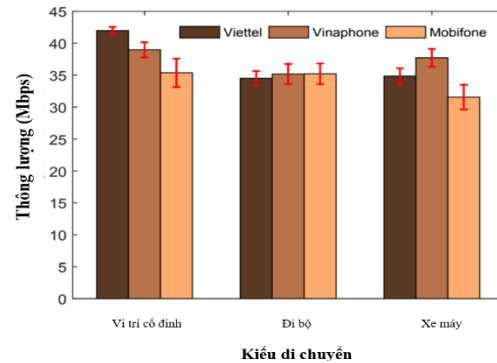
4.2. Kết quả thực hiện

4.2.1. Thông số Downlink Throughput

Hình 4 mô tả giá trị trung bình của Downlink Throughput của ba nhà cung cấp dịch vụ mạng di động khác nhau, được đo trên các loại hình truy cập khác nhau là tại vị trí cố định, khi đi bộ và khi di chuyển bằng xe máy.



Hình 4. So sánh Downlink Throughput của ba nhà mạng ở các loại hình truy cập



Hình 5. Giá trị trung bình của Uplink Throughput của các nhà mạng di động

Trong hình 4, trục ngang thể hiện các loại hình truy cập khác nhau, trục dọc cho thấy giá trị trung bình là Downlink Throughput được thể hiện bằng đơn vị Mbps. Từ phải qua trái ở mỗi nhóm biểu đồ cột thể hiện giá trị trung bình Downlink Throughput của ba nhà mạng lần lượt là Viettel, Vinaphone và MobiFone. Error bar trên mỗi cột thể hiện giá trị trung bình có khoảng tin cậy 95% như đã giải thích ở phần trên. Biểu đồ cho thấy Downlink Throughput của tất cả ba nhà mạng đều giảm theo tốc độ di chuyển của người dùng so với tốc độ người dùng có được khi truy cập mạng ở vị trí cố định. Cụ thể khi người dùng truy cập mạng tại vị trí cố định thì tốc độ download trung bình giữ ở mức tương đối cao với 49,35 Mbps ở mạng Viettel; 37,88 Mbps ở mạng Vinaphone và 43,88 Mbps ở mạng MobiFone. Trên thực tế, nghiên cứu sử dụng các gói data có mô tả dịch vụ khác nhau ở ba nhà mạng nên không nhấn mạnh việc so sánh tốc độ truy cập dữ liệu của các nhà mạng này. Trong nghiên cứu này chỉ tập chung so sánh tốc độ download khi người dùng di chuyển của từng nhà mạng. Thực vậy, nhóm biểu đồ cột ở giữa thể hiện Downlink Throughput của cả ba nhà mạng khi người dùng vừa đi bộ, vừa truy cập mạng Internet. Thực tế cho thấy người dùng thường xuyên sử dụng mạng Internet khi đi bộ, ví dụ ở phố đi bộ hay công viên. Ở tốc độ di chuyển khoảng 5 km/h, Downlink Throughput giảm rõ rệt ở cả ba nhà mạng. Cụ thể với mạng Viettel, giá trị trung bình của Downlink Throughput giảm xuống chỉ còn 26,1 Mbps, mạng Vinaphone giảm xuống còn 29,02 Mbps, trong khi mức giảm này ở mạng MobiFone là 33%, chỉ còn 29,21 Mbps.

Tuy nhiên, ở nhóm biểu đồ cột thứ ba, có thể nhìn thấy sự suy giảm đáng kể Downlink Throughput khi người dùng di chuyển ở dải tốc độ cao hơn khoảng từ 30 – 40 km/h như khi đi xe máy hoặc đi bus. Ở dải tốc độ này, thiết bị di động của người dùng thường xuyên thực hiện các thuật toán chuyển giao (handover) giữa các trạm BTS. Chính hiện tượng này là nguyên nhân chính gây ra sự suy giảm rõ rệt của Downlink Throughput ở cả ba nhà mạng. Các nhà mạng có thể tham khảo các giá trị Downlink Throughput trên để cải tiến hệ thống, ví dụ như tối ưu hóa thuật toán chuyển giao, cải tiến tín hiệu mạng di động, sử dụng các phương pháp mã hóa hiện đại để giảm thiểu sự suy giảm tín hiệu và theo đó là Downlink Throughput.

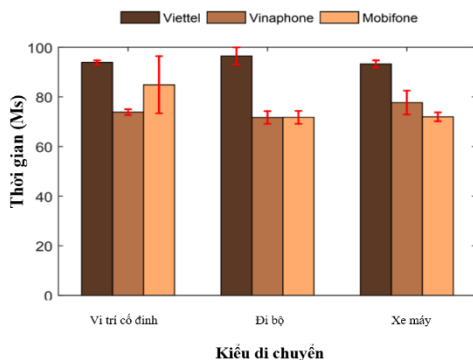
4.2.2. Thông số Uplink Throughput

Hình 5 mô tả giá trị Uplink Throughput của ba nhà cung cấp dịch vụ mạng di động Viettel, Vinaphone và MobiFone, được đo trên các loại hình truy cập khác nhau, cụ thể là: Tại vị trí cố định, khi đi bộ và khi di chuyển bằng xe máy.

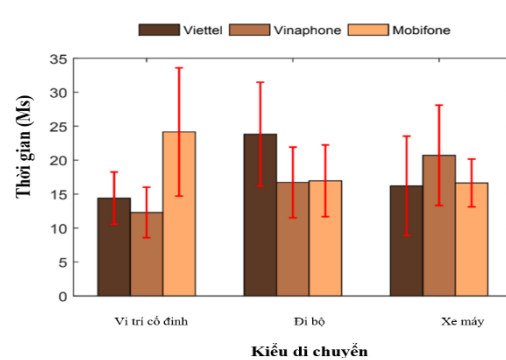
Dựa vào biểu đồ hình 5, thông số Uplink Throughput của ba nhà mạng giữ ở mức khá ổn định trong tất cả các trường hợp đo ở vị trí cố định, đi bộ và di chuyển bằng xe máy. Cụ thể tốc độ Upload trung bình giữ ở mức tương đối cao với 41,97 Mbps ở mạng Viettel; 37,88 Mbps ở mạng Vinaphone và 35,36 Mbps ở mạng MobiFone ở vị trí cố định; với 34,51 Mbps ở mạng Viettel; 35,17 Mbps ở mạng Vinaphone và 35,02 Mbps ở mạng MobiFone khi đi bộ. Tốc độ Upload của ba nhà mạng được duy trì ở tốc độ cao, gần xấp xỉ so với tốc độ Download. Trên thực tế, hai tốc độ này có sự mất cân xứng bởi nhu cầu của người dùng về việc tải xuống như xem video, truy cập website, tải xuống file, dữ liệu... lớn hơn so với việc tải lên dữ liệu. Tuy nhiên, với sự chênh lệch giữa tốc độ download và upload cũng không phải là điểm hạn chế, để có chất lượng dịch vụ tốt hay sự trải nghiệm của người dùng tốt hơn thì tốc độ Upload cũng phải được cải thiện. Dựa vào kết quả đo tốc độ Upload của cả ba nhà mạng, có thể thấy thông số Upload được cải thiện rất nhiều so với Download như đã trình bày trước đó.

4.2.3. Thông số Delay

Hình 6 thể hiện giá trị trung bình độ trễ Delay của ba nhà mạng di động khác nhau, tương tự thông số này được đo trên các loại hình truy cập khác nhau là tại vị trí cố định, khi đi bộ và di chuyển bằng xe máy.



Hình 6. So sánh độ trễ Delay của ba nhà mạng ở các loại hình truy cập



Hình 7. Biểu đồ so sánh tham số Jitter của các nhà mạng di động

Trong hình 6 cho thấy độ trễ Delay của cả ba nhà mạng không có sự thay đổi lớn khi di chuyển trong các trường hợp khác nhau. Cụ thể như đối với nhà mạng Viettel 93,91 ms khi ở vị trí cố định; 96,48 ms khi đi bộ và 93,27 ms khi đi xe máy. Hay ở nhà mạng Vinaphone thông số này nhìn chung thấp và ổn định với 73,87 ms và 71,71 ms khi cố định vị trí và khi đi bộ và chênh lệch 5 ms khi đi xe máy. Đối với nhà mạng MobiFone, các thông số này cũng ở mức thấp, thậm chí không có sự chênh lệch đáng kể trong hai trường hợp đi bộ và đi xe với các giá trị trung bình lần lượt là 71,75 ms và 71,96 ms. Điều này cho thấy chất lượng mạng di động ở Việt Nam đang được cải thiện rất nhiều, với độ trễ như trên, khách hàng có thể thoải mái trải nghiệm các ứng dụng kết nối Internet thời gian thực. Việc di chuyển với tốc độ khác nhau, trong các trường hợp tại vị trí cố định, đi bộ, di chuyển bằng xe máy, không thật sự ảnh hưởng đến tham số này. Điều này có thể lý giải qua một số lý do sau: Kích thước gói tin ICMP nhỏ nên ít bị ảnh hưởng; Thời gian xảy ra quá trình handover giữa 2 trạm BTS rất nhanh, gần như không ảnh hưởng đến toàn bộ quá trình đo delay.

4.2.4. Thông số biến động trễ Jitter

Hình 7 thể hiện giá trị trung bình biến động trễ Jitter của ba nhà mạng di động khác nhau, tương tự thông số này được đo trên các loại hình truy cập khác nhau là tại vị trí cố định, khi đi bộ và di chuyển bằng xe máy.

Biểu đồ hình 7, từ phải qua trái ở mỗi nhóm biểu đồ cột thể hiện giá trị trung bình của độ trễ ở ba nhà mạng lần lượt là Viettel, Vinaphone và MobiFone. Các số liệu trung bình của thông số Jitter được tính toán dựa trên độ trễ Delay trước đó. Tham số Delay biểu thị khoảng thời gian gói tin được chuyển từ đầu gửi đến đầu nhận, Jitter cho biết sự dao động về độ lớn của độ trễ gói. Mặc dù độ trễ trung bình của các nhà mạng không có sự thay đổi nhiều khi di chuyển, nhưng khoảng thời gian trễ giữa các gói tin gửi có sự thay đổi, dẫn đến thông số Jitter có sự biến động khi di chuyển với các tốc độ khác nhau. Ví dụ như ở mạng Viettel thời gian biến động trễ Jitter là 14,41 ms khi ở vị trí cố định, giá trị này tăng lên thành 23,83 ms khi thực hiện đi bộ và 16,23 ms trong trường hợp di chuyển bằng xe máy. Ở mạng MobiFone cũng tương tự: 24,16 ms ở vị trí cố định là 16,96 ms, khi đi bộ là 17,36 ms và 16,65 ms ở trường hợp còn lại. Dựa vào biểu đồ và các thông số jitter trung bình của các nhà mạng đã nêu trên, phần nào phản ánh vấn đề này. Đặc biệt với mạng Vinaphone, Jitter có xu hướng tăng dần trong quá trình di chuyển với 12,3 ms khi không di chuyển, tăng thêm 4,43 ms là 16,73 ms khi đi bộ và tăng đến 8,42 ms (20,72 ms) ở trường hợp di chuyển bằng xe máy.

Như vậy, qua các kết quả phân tích ở trên, ta có thể kết luận rằng, di chuyển là một trong những yếu tố làm ảnh hưởng đến các tham số chất lượng dịch vụ QoS của các nhà cung cấp dịch vụ mạng di động Viettel, Vinaphone và MobiFone. Mạng di động là một trong những hệ thống mạng phức tạp, nhiều thành phần và tốc độ phát triển nhanh do tính chất di động mang lại sự tiện ích cho người dùng dịch vụ [5].

5. Kết luận

Dựa vào kết quả đánh giá thu được qua thực nghiệm mô phỏng bên trên, ta có thể kết luận rằng các thông số đánh giá QoS Uplink, Downlink, Ping và Jitter có sự thay đổi rõ rệt khi di chuyển trong các trường hợp: *cố định, đi bộ và di chuyển bằng xe máy*. Tốc độ di chuyển làm các thông số này hầu hết bị giảm dần, điều này lý giải việc di chuyển xa dần các trạm BTS và kỹ thuật chuyển giao giữa các trạm thu phát tín hiệu này của các nhà cung cấp dịch vụ di động chưa được tối ưu hoàn toàn. Việc di chuyển với tốc độ khác nhau đồng nghĩa với việc xử lý chuyển giao càng phải nhanh chóng và linh hoạt để giảm thiểu tối đa thời gian trễ trong trường hợp này. Khi việc quản lý chuyển giao được thực hiện một cách hiệu quả, đường kết nối của người dùng liền mạch, để từ đó đảm bảo được chất lượng dịch vụ cho người dùng di động. Hay nói cách khác, việc quản lý này nhằm đảm bảo những dịch vụ cần đường truyền lưu lượng liên tục. Quá trình thu thập dữ liệu chỉ thực hiện trên một phạm vi nhất định, do đó không khẳng định kết quả này đúng với mọi khu vực tại Việt Nam. Tuy nhiên, đây là phương pháp đo được tiến hành thực tế theo phương pháp khoa học, nên kết quả thu được sẽ là kết quả khách quan. Việc đánh giá các thông số QoS cũng khách quan hơn, mang ý nghĩa thiết thực cho người dùng và các nhà cung cấp dịch vụ mạng di động ở nước ta. Đây cũng là một kênh tham khảo tốt giúp cho các nhà mạng cải thiện hơn nữa chất lượng dịch vụ QoS trong hệ thống, đáp ứng được tối đa các yêu cầu từ phía khách hàng sử dụng dịch vụ mạng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] M. Dobrota, A. Nikodijevic, and D. Mihailovic, "Influence of the Customer Experience on Satisfaction with Mobile Phones," *Journal of Engineering Management and Competitiveness*, vol. 2, no. 2, pp. 69-75, 2012.
- [2] B. Haider, M. Zafrullah, and M. K. Islam, "Radio Frequency Optimization & QoS Evaluation in Operational GSM Network," *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science San Francisco*, Oct. 2009.
- [3] K. Rehana, Q. Saif, and F. Ali, "Factors Influencing the Customer's Satisfaction and Switching Behavior in Cellular Services of Pakistan," *American Research Thoughts*, vol. 2, no. 5, pp. 3713-3725, 2016.

- [4] M. A. Habibi, M. Ulman, J. Vaněk, and J. Pavlík “Measurement and Analysis of Quality of Service of mobile networks in Afghanistan – End user perspective,” *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, vol. 8, no. 4, pp. 73-84, 2016.
- [5] H. H. Le, “Research for service adaptation in next generation network,” *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 128, no. 14, pp. 119-125, 2014.