

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG



BÁO CÁO HỌC PHẦN
CHUYÊN ĐỀ HỆ THỐNG MÁY TÍNH
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT MÁY TÍNH

ĐỀ TÀI: X2 – HANDOVER TRONG LTE

Sinh viên thực hiện:	ĐINH NGỌC TIÊN	19DTCLC2
	ĐOÀN THANH TUẤN	19DTCLC2
	NGUYỄN QUỐC VIỆT	19DTCLC2
	CAO THIÊN VŨ	19DTCLC2

Người hướng dẫn : **TS. Đào Duy Tuấn**

Đà Nẵng, 07 tháng 12, năm 2022

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	2
Lời mở đầu.....	3
Mục lục hình ảnh	4
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU TỔNG QUAN	5
CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH DỰ ÁN	6
2.1. Các kịch bản mô phỏng	6
2.2. Thiết lập mạng LTE cơ bản	6
2.3. Mô phỏng kịch bản bàn giao X2-Handover	6
CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ MÔ PHỎNG	8
3.1. Kết quả mô phỏng kịch bản thứ nhất	8
3.2. Kết quả mô phỏng của kịch bản thứ hai.....	15
3.3. Kết luận.....	16
Tài liệu tham khảo	17

Lời mở đầu

Hiện nay công nghệ thông tin di động trên thế giới đã phát triển lên thế hệ 4G, 5G. Trong nước, các nhà khai thác cũng đã hoàn thành hạ tầng và đưa vào khai thác thương mại hệ thống mạng 4G LTE. Các nhà khai thác mạng di động vừa phải đảm bảo đáp ứng dung lượng hệ thống, vừa nâng cao chất lượng dịch vụ cũng như các tiện ích khác cho khách hàng. Số lượng thuê bao ngày càng tăng, cấu trúc mạng ngày càng phức tạp, bên cạnh đó là sự phát triển của các dịch vụ như: Video Streaming, Mobile Banking, Mobile TV, Multiplayer Games... sẽ là một vấn đề đáng quan tâm của các nhà khai thác. Chính vì vậy, tối ưu mạng là vấn đề rất cần thiết và mang ý nghĩa đặc biệt quan trọng trong vấn đề đảm bảo chất lượng mạng.

Công tác đo kiểm và tối ưu hệ thống cung cấp dịch vụ là bước không thể thiếu trong việc phát triển hệ thống thông tin di động. Các nhà mạng trên thế giới đầu tư rất nhiều cho việc tối ưu mạng và nâng cao chất lượng dịch vụ. Vì vậy chúng em đã chọn đề tài mô phỏng quá trình X2-Handover trong mạng LTE.

Trong quá trình thực hiện đề tài em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy giáo, giảng viên hướng dẫn TS. Đào Duy Tuấn. Trong quá trình nghiên cứu đề tài, thầy đã tạo điều kiện về tài liệu và kiến thức liên quan, tận tình hướng dẫn em cũng như tạo mọi điều kiện thuận lợi để em có thể hoàn thành tốt đề tài.

Xin cảm ơn bạn bè, những người đã cùng tôi sánh bước, đã đóng góp, động viên tôi những lúc gặp khó khăn, tạo điều kiện giúp tôi hoàn thành tốt đề tài này.

Em xin chân thành cảm ơn!

GVHD

TS. Đào Duy Tuấn

Sinh viên thực hiện

SV. Nguyễn Quốc Việt

SV. Đoàn Thanh Tuấn

SV. Đinh Ngọc Tiên

SV. Cao Thiên Vũ

Mục lục hình ảnh

Hình 3.1.1: Mô hình trực quan mô phỏng quá trình chuyển giao X2

Hình 3.1.2: Quá trình truyền tải gói tin GPRS

Hình 3.1.3: Đồ thị mô tả quá trình truyền tải gói tin GPRS

Hình 3.1.4: Đồ thị biểu diễn lưu lượng và thông lượng

Hình 3.1.5: Đồ thị biểu diễn Downlink của frame và sframe ở lớp liên kết dữ liệu

Hình 3.1.6: Đồ thị biểu diễn Uplink của frame và sframe ở lớp liên kết dữ liệu

Hình 3.1.7: Đồ thị biểu diễn Downlink và Uplink của sframe ở lớp liên kết dữ liệu

Hình 3.1.8: Đồ thị biểu diễn chỉ số IMSI của Uplink

Hình 3.1.9: Đồ thị biểu diễn RNIT của Uplink

Hình 3.1.10: Đồ thị biểu diễn SinrLinear của Uplink

Hình 3.1.11: Đồ thị biểu diễn của Throughput và Goodput

Hình 3.1.12: Đồ thị biểu diễn Lambda khi không dùng thuật toán chuyển giao

Hình 3.2.1: Đồ thị so sánh thông lượng của hai thuật toán Handover

Hình 3.2.2: Đồ thị so sánh Lambda của hai thuật toán Handover

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU TỔNG QUAN

Mục đích của dự án này là mô phỏng quá trình chuyển giao X2-Handover trong mạng LTE bằng thị phần mềm NS3 (Version 3.36.1). Ngoài ra còn sử dụng các công cụ hỗ trợ để hiển thị kết quả 1 cách trực quan như: NetAnim, Wireshark, Tracemetrics, Gnuplot...

Mạng LTE cơ bản bao gồm một số ô, trong đó mỗi ô có một nút trạm cơ sở (eNodeB) và nhiều nút Thiết bị Người dùng (UE). Sau đó, mô phỏng tiếp tục cho chúng ta thấy cách hai nút UE giao tiếp với nhau, cũng như với một nút trạm gốc hoặc một eNodeB. Mô phỏng giao tiếp đường lên (Uplink) cho chúng ta thấy cách các nút UE gửi tin nhắn/thông tin đến trạm gốc, trong khi mô phỏng giao tiếp đường xuống (Downlink) minh họa cách các trạm gốc truyền thông tin đến các nút UE tương ứng thuộc thẩm quyền của họ. Dự án cũng mô phỏng một kịch bản chuyển giao trong đó nếu một nút UE tình cờ nhận được tín hiệu mạnh hơn từ một trạm cơ sở khác với trạm mà nó đã được phục vụ trước đó, thì nút đó sẽ được chuyển giao 'X2-Handover' thành công cho trạm cơ sở mà nó được phục vụ nhận được một tín hiệu mạnh hơn hiện tại.

CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH DỰ ÁN

2.1. Các kịch bản mô phỏng

Trong bài báo cáo này nhóm thực hiện mô phỏng 2 kịch bản chuyển giao X2.

Kịch bản 1: Có 20 UE và hai eNodeB, các UE này đứng yên ở 1 vị trí cố định, thời gian mô phỏng chuyển giao là 1 giây.

Kịch bản 2: Có 1 UE và 2 eNodeB, các eNodeB này cách nhau 500m. UE sẽ di chuyển với tốc độ 20m/s đi qua 2 eNodeB này. Thời gian mô phỏng sẽ được tính bằng công thức: $(\text{numberOfEnbs} + 1) * \text{distance} / \text{speed}$.

2.2. Thiết lập mạng LTE cơ bản

Bước đầu tiên trong việc thiết lập mạng LTE cơ bản là tạo một số đối tượng nút và sau đó cung cấp cho chúng các phương thức để thêm eNodeB và UE trước khi cấu hình chúng.

Khi đã cấu hình một tập hợp các nút là eNodeB và một nút khác là tập hợp các nút dưới dạng UE, nhóm tiến hành cài đặt ngăn xếp giao thức LTE lên trên chúng, vì hiện tại chúng chỉ là các nút trống. Sau đó, tiến hành định cấu hình mô hình di động cho tất cả các nút.

Bước tiếp theo là gắn tất cả các nút UE vào một trong các eNodeB. Bằng cách này, có thể định cấu hình từng nút UE phù hợp với cấu hình của eNodeB. Do đó, kết nối Kiểm soát tài nguyên vô tuyến (RRC) được thiết lập giữa mỗi nút UE và eNodeB tương ứng của nó. Điều này có nghĩa là có tất cả các kênh ở vị trí chắc chắn để có thể bắt đầu các giao tiếp cần thiết giữa các UE và eNodeB. [4]

2.3. Mô phỏng kịch bản bàn giao X2-Handover

Để mô phỏng kịch bản chuyển giao X2, có một trong các nút UE trước đây đã được kết nối với một eNodeB nhưng hiện đã được chuyển giao sang một eNodeB khác mà từ đó nó có thể nhận được cường độ tín hiệu ở mức cao hơn, cần thực hiện hai nhiệm vụ chính:

- Nhận thông báo về việc thiết lập kết nối giữa nút UE và eNodeB.
- Tại hai thời điểm khi quá trình chuyển giao của một nút UE bắt đầu và kết thúc bàn giao, cần phải nhận được thông báo.

Chúng tôi thực hiện hai nhiệm vụ này bằng cách viết ba chức năng: một để ghi chú xuống việc thiết lập kết nối giữa một nút UE và một eNodeB cùng với thời điểm mà kết nối có được thành lập; và hai chức năng khác để thông báo cho chúng tôi về thời điểm bắt đầu và kết thúc quá trình bàn giao tương ứng. [4]

Quá trình chuyển giao bắt đầu khi nút UE bắt đầu nhận tín hiệu của cường độ tín hiệu tốt hơn từ một eNodeB khác với cái mà nó đã được phục vụ. Việc chuyển giao mất rất ít thời gian để hoàn tất thành công và sau khi quá trình chuyển giao diễn ra, nút UE hiện đã thiết lập thành công kết nối với eNodeB mới.

Mô phỏng của kịch bản chuyển giao bắt đầu bằng việc thiết lập kết nối của UE (được xác định bởi Nhận dạng thuê bao di động quốc tế, IMSI) với eNodeB tương ứng của nó (được xác định bởi Mã định danh tạm thời mạng vô tuyến, RNTI). Chúng tôi in trên thiết bị đầu cuối thời điểm chính xác mà kết nối được thiết lập. Tiếp theo, ngay khi một UE di động bắt đầu nhận tín hiệu có cường độ tín hiệu tốt hơn từ một trạm gốc khác với trạm mà nó đã kết nối cho đến bây giờ, chúng ta thấy rằng nút UE được chuyển giao như sau:

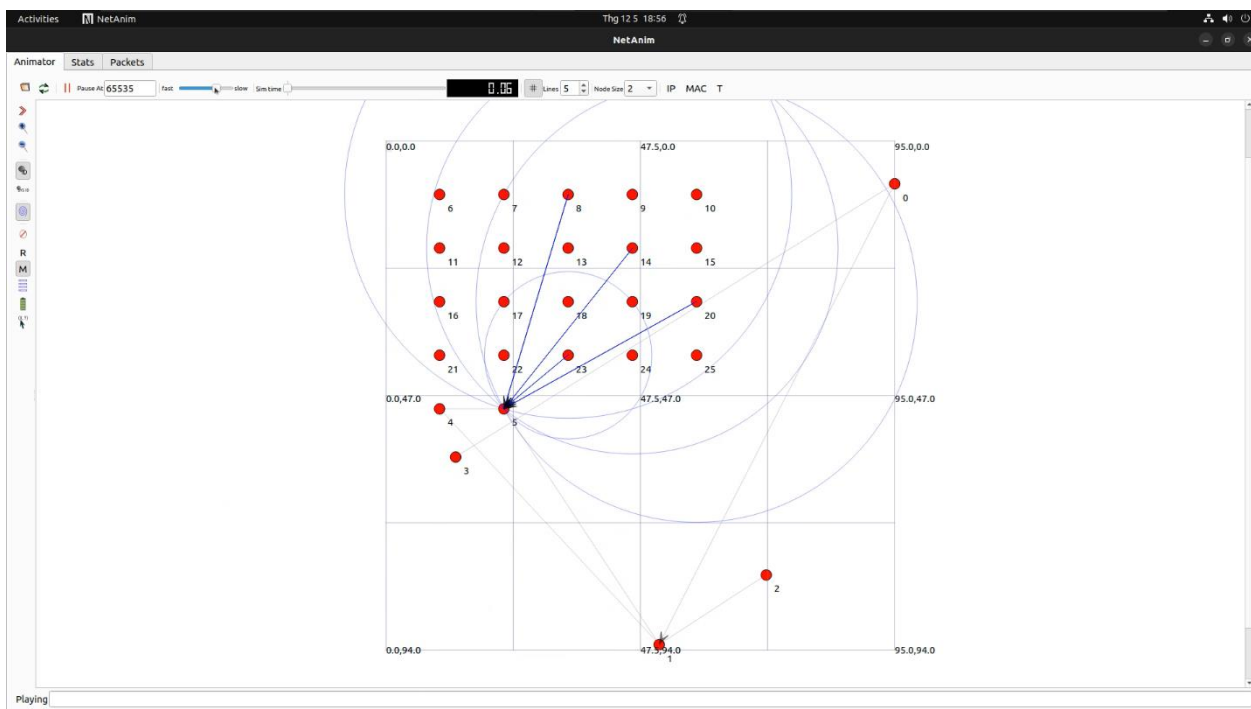
```
/NodeList/4/DeviceList/0/LteUeRrc/ConnectionEstablished UE IMSI 1: connected to CellId 1 with RNTI 1
/NodeList/2/DeviceList/0/LteEnbRrc/ConnectionEstablished eNB CellId 1: successful connection of UE with IMSI 1 RNTI 1
/NodeList/2/DeviceList/0/LteEnbRrc/HandoverStart eNB CellId 1: start handover of UE with IMSI 1 RNTI 1 to CellId 2
/NodeList/4/DeviceList/0/LteUeRrc/HandoverStart UE IMSI 1: previously connected to CellId 1 with RNTI 1, doing handover to CellId 2
/NodeList/4/DeviceList/0/LteUeRrc/HandoverEndOk UE IMSI 1: successful handover to CellId 2 with RNTI 1
/NodeList/3/DeviceList/0/LteEnbRrc/HandoverEndOk eNB CellId 2: completed handover of UE with IMSI 1 RNTI 1
```

Như chúng ta có thể thấy trong kết quả trên, tại thời điểm ban đầu, nút UE có IMSI 1 được kết nối với một trạm gốc có CellId là 1 và RNTI là 1. Ở dòng thứ ba của kết quả, chúng ta có thể quan sát rõ ràng do tính di động của nút UE, nút UE được chuyển giao cho trạm cơ sở với CellId là 2. Trước tiên, chúng tôi nhận được thông báo về việc bắt đầu kịch bản chuyển giao cả từ quan điểm của UE và eNodeB. Ngay khi khoảng thời gian rất nhỏ của quá trình chuyển giao kết thúc, chúng tôi sẽ nhận được thông báo về việc kết thúc quá trình chuyển giao và chúng ta có thể thấy rằng nút UE đã được chuyển giao thành công từ trạm gốc này sang trạm gốc khác.

CHƯƠNG 3: KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

3.1. Kết quả mô phỏng kịch bản thứ nhất

- Có 20 UE và hai eNodeB, các UE này đứng yên ở 1 vị trí cố định, thời gian mô phỏng chuyển giao là 1 giây.

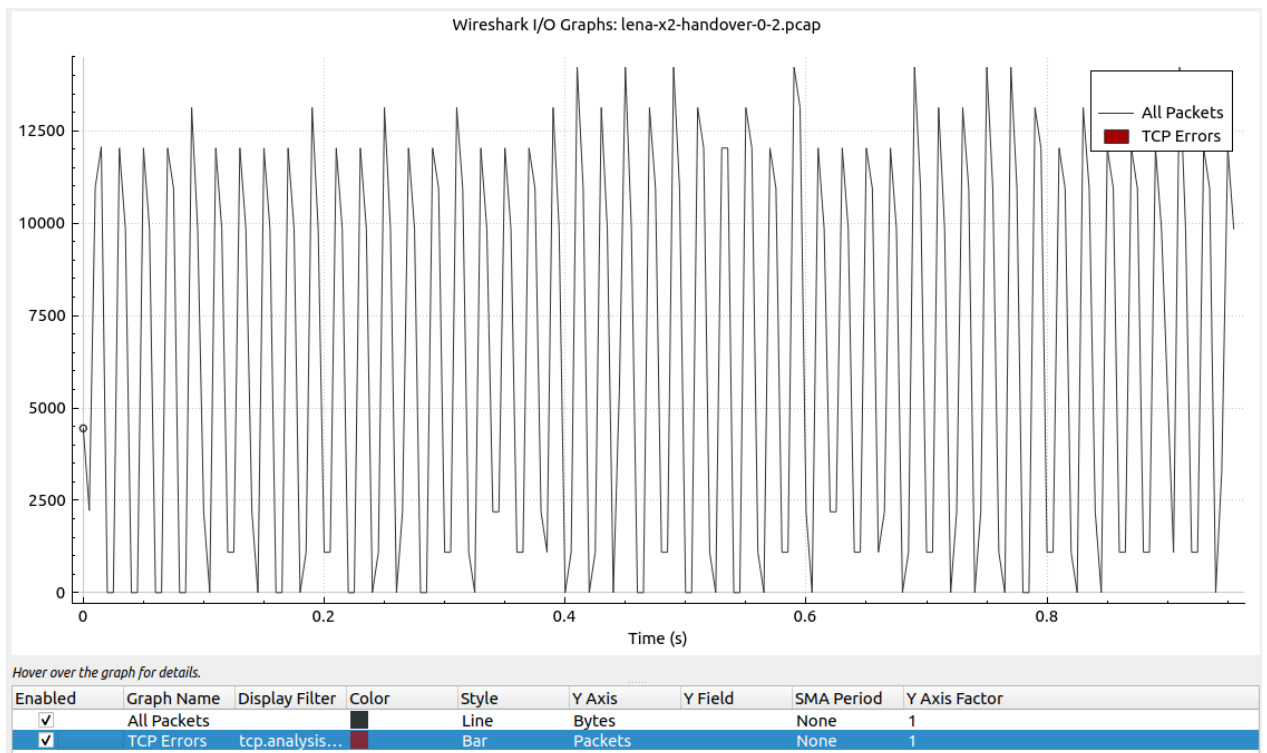


Hình 3.1.1: Mô hình trực quan mô phỏng quá trình chuyển giao X2

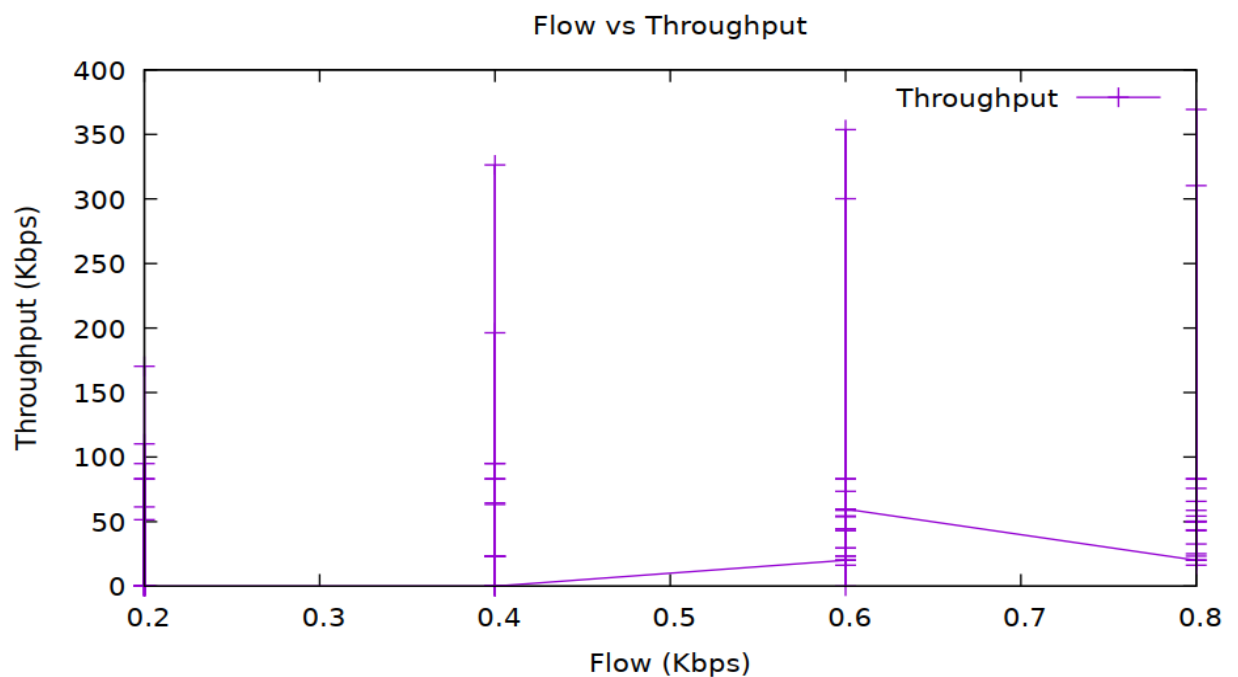
1	0.000000	14.0.0.6	14.0.0.5	GTPv2	287	Create	Session	Request
2	0.000000	14.0.0.5	14.0.0.6	GTPv2	269	Create	Session	Response
3	0.000000	14.0.0.6	14.0.0.5	GTPv2	287	Create	Session	Request
4	0.000000	14.0.0.5	14.0.0.6	GTPv2	269	Create	Session	Response
5	0.000000	14.0.0.6	14.0.0.5	GTPv2	287	Create	Session	Request
6	0.000000	14.0.0.5	14.0.0.6	GTPv2	269	Create	Session	Response
7	0.000000	14.0.0.6	14.0.0.5	GTPv2	287	Create	Session	Request
8	0.000000	14.0.0.5	14.0.0.6	GTPv2	269	Create	Session	Response
9	0.000000	14.0.0.6	14.0.0.5	GTPv2	287	Create	Session	Request
10	0.000000	14.0.0.5	14.0.0.6	GTPv2	269	Create	Session	Response
11	0.000001	14.0.0.6	14.0.0.5	GTPv2	287	Create	Session	Request
12	0.000001	14.0.0.5	14.0.0.6	GTPv2	269	Create	Session	Response

▶ Frame 1: 287 bytes on wire (2296 bits), 287 bytes captured (2296 bits)
 ▶ Point-to-Point Protocol
 ▶ Internet Protocol Version 4, Src: 14.0.0.6, Dst: 14.0.0.5
 ▶ User Datagram Protocol, Src Port: 2123, Dst Port: 2123
 ▶ GPRS Tunneling Protocol V2

Hình 3.1.2: Quá trình truyền tải gói tin GPRS



Hình 3.1.3: Đồ thị mô tả quá trình truyền tải gói tin GPRS

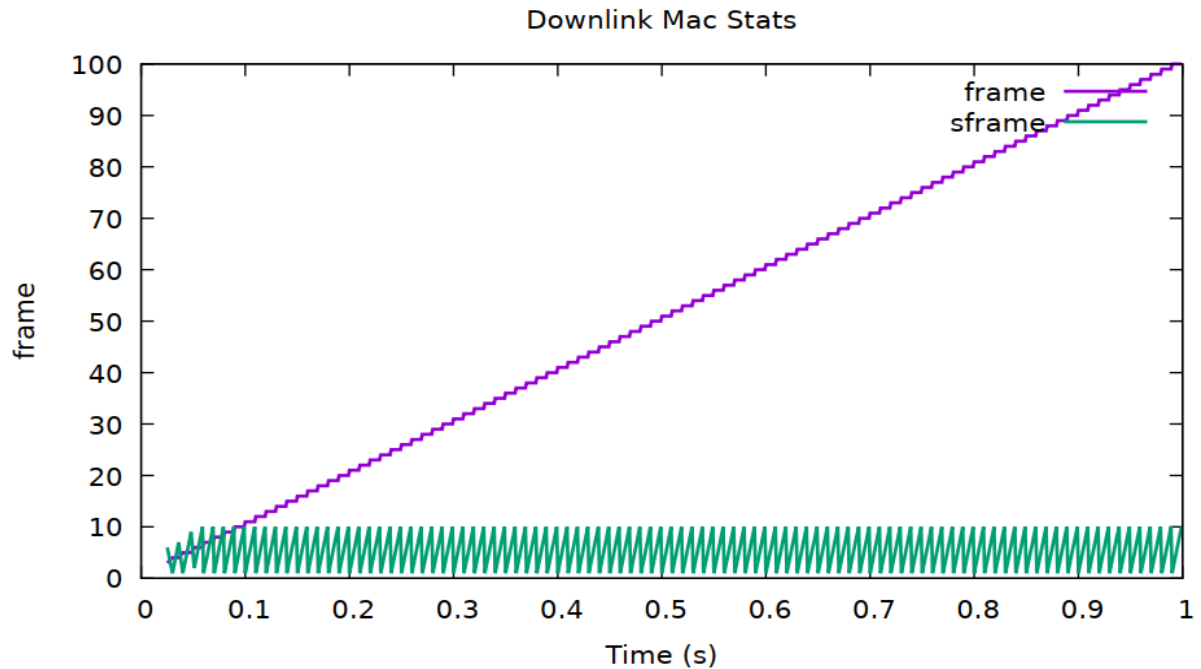


Hình 3.1.4: Đồ thị biểu diễn lưu lượng và thông lượng

Trong đó:

- Throughput (thông lượng mạng) là lượng dữ liệu được di chuyển thành công từ nơi này sang nơi khác trong một khoảng thời gian nhất định. Thông lượng mạng thường được đo bằng bit trên giây (bps).

- Flow nghĩa là lưu lượng mạng là thành phần chính để đo lường và quản lý băng thông. Hơn nữa, các cấu trúc liên kết khác nhau của mạng chỉ có thể được thực hiện dựa trên lượng lưu lượng mạng trong hệ thống.



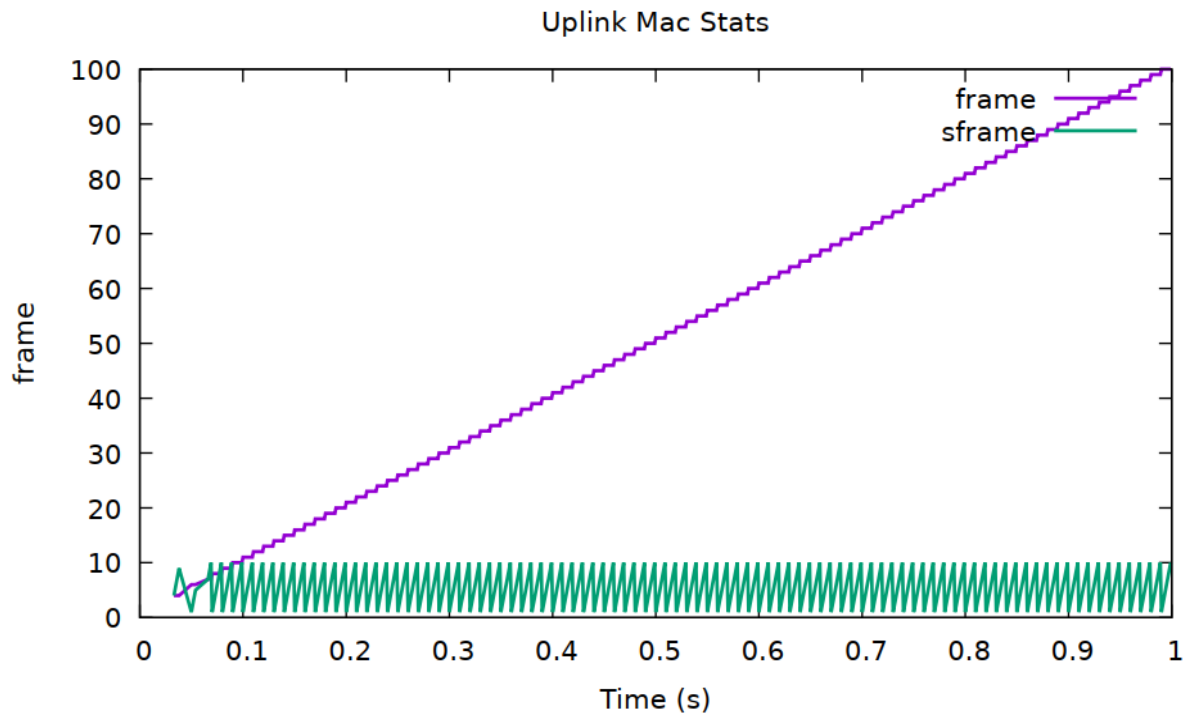
Hình 3.1.5: Đồ thị biểu diễn Downlink của frame và sframe ở lớp liên kết dữ liệu

Trong đó:

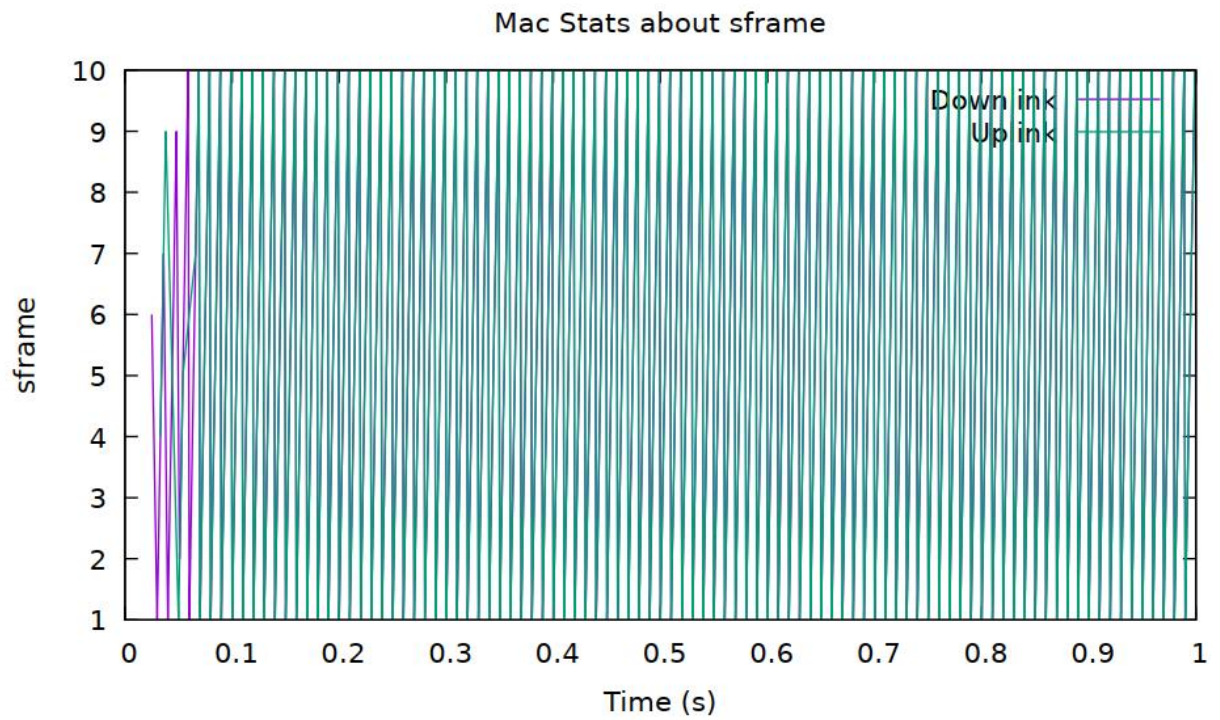
- Downlink minh họa cách các trạm gốc truyền thông tin đến các nút UE.
- Uplink minh họa cách nút UE gửi tin nhắn/thông tin đến trạm gốc.
- Frame là đơn vị truyền trong một link layer protocol, và bao gồm một link layer header theo sau bởi một packet.
- Frame là một chuỗi bit gồm các framing bit, packet payload, và một frame check sequence (chuỗi kiểm tra frame).
- Một Frame điển hình gồm có các đặc tính đồng bộ hóa frame gồm một chuỗi bit hay symbol chỉ cho receiver (bên nhận) biết nơi bắt đầu và nơi kết thúc của payload data bên trong stream các symbol hoặc bit mà receiver nhận được.
- S-frame (supervisory frame): khung giám sát.
- S-frame về cơ bản là bắt buộc và cần thiết để kiểm soát lỗi và kiểm soát luồng.
- S-frame Cung cấp thông tin điều khiển, nó bao gồm hoặc chỉ chứa thông tin

ACK number.

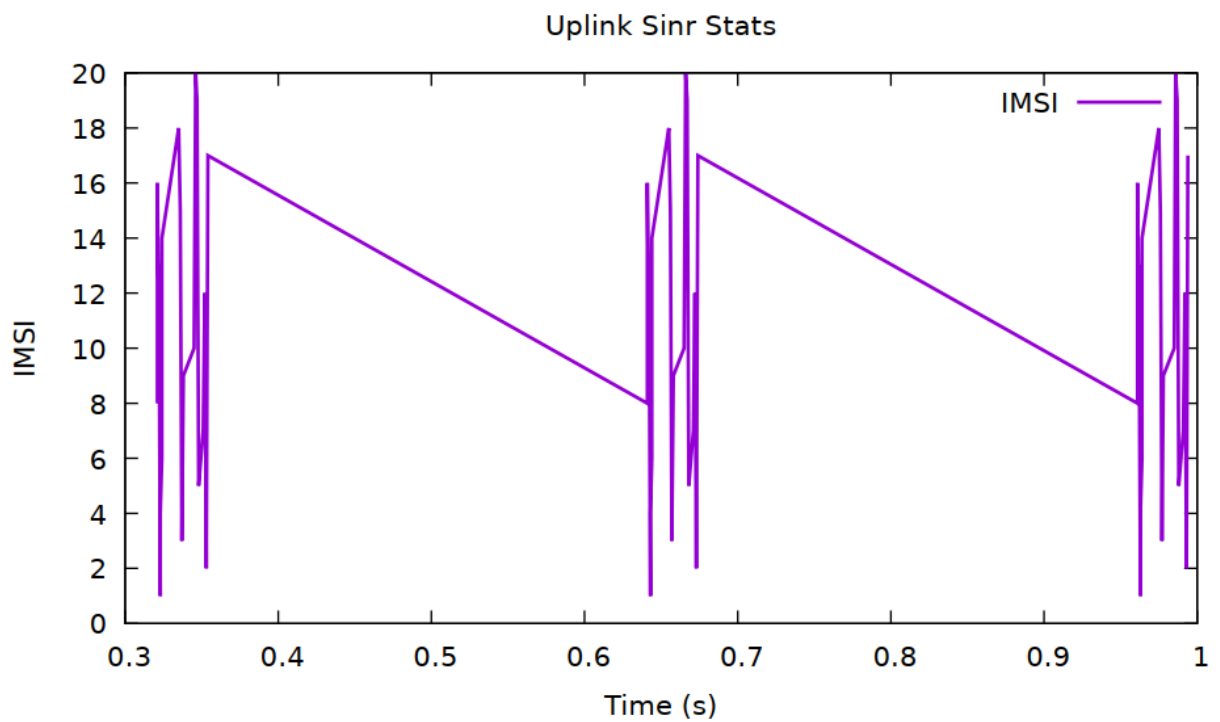
- 2 bit đầu của trường điều khiển (control field) là 1 0.
- S-frame không có trường thông tin .
- S-frame bao gồm gửi và nhận số thự tự gói tin (sequence number).



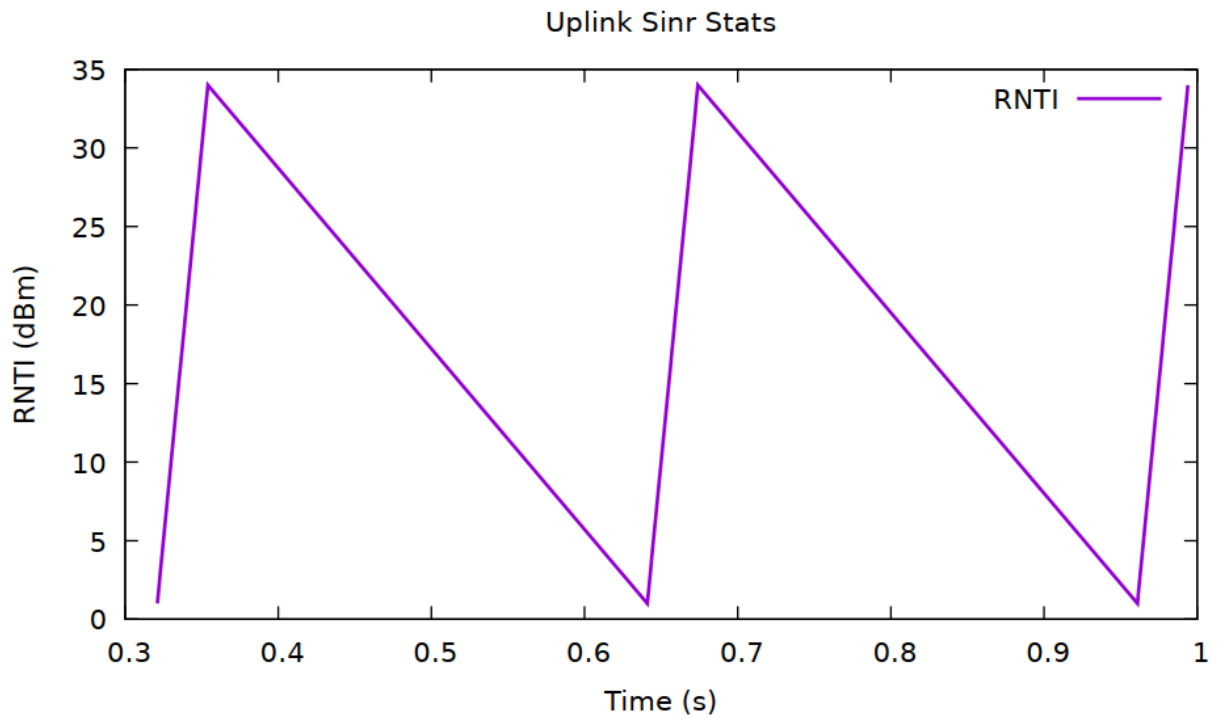
Hình 3.1.6: Đồ thị biểu diễn Uplink của frame và sframe ở lớp liên kết dữ liệu



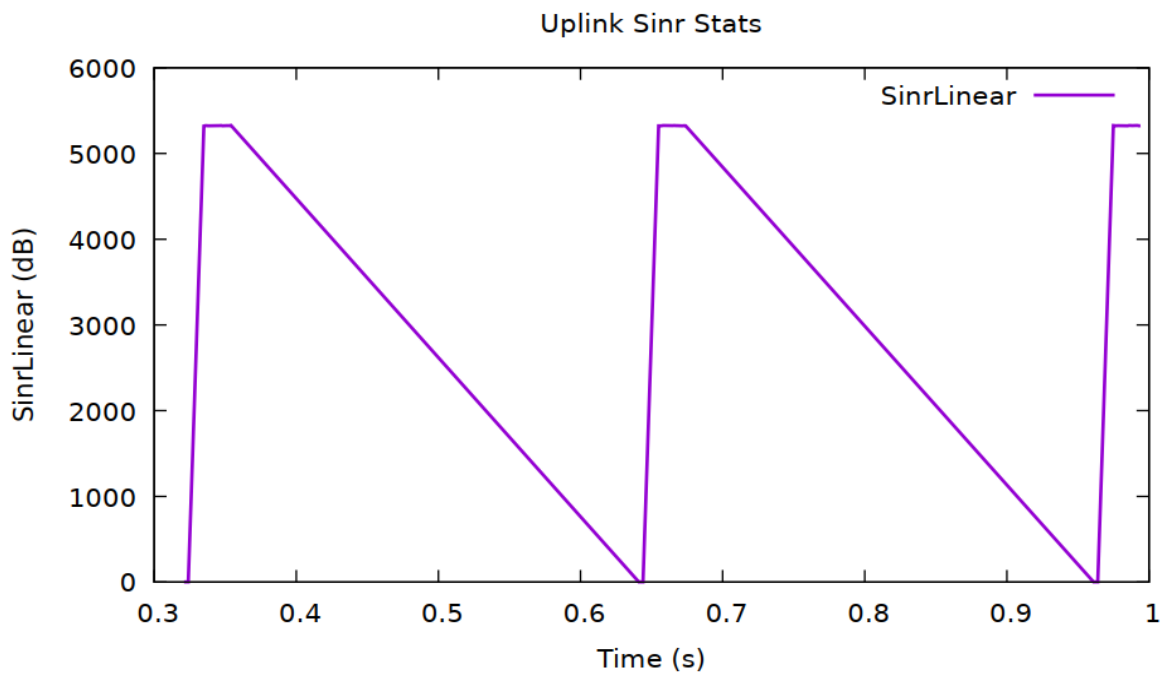
Hình 3.1.7: Đồ thị biểu diễn Downlink và Uplink của sframe ở lớp liên kết dữ liệu



Hình 3.1.8: Đồ thị biểu diễn chỉ số IMSI của Uplink



Hình 3.1.9: Đồ thị biểu diễn RNTI của Uplink

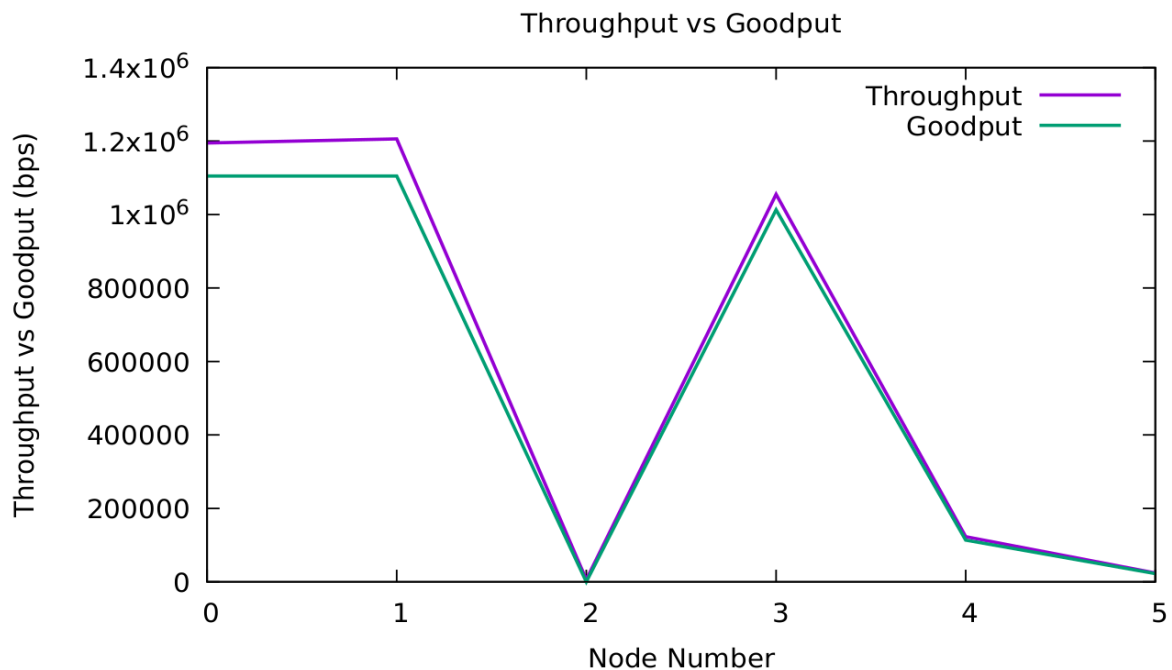


Hình 3.1.10: Đồ thị biểu diễn SinrLinear của Uplink

Trong đó:

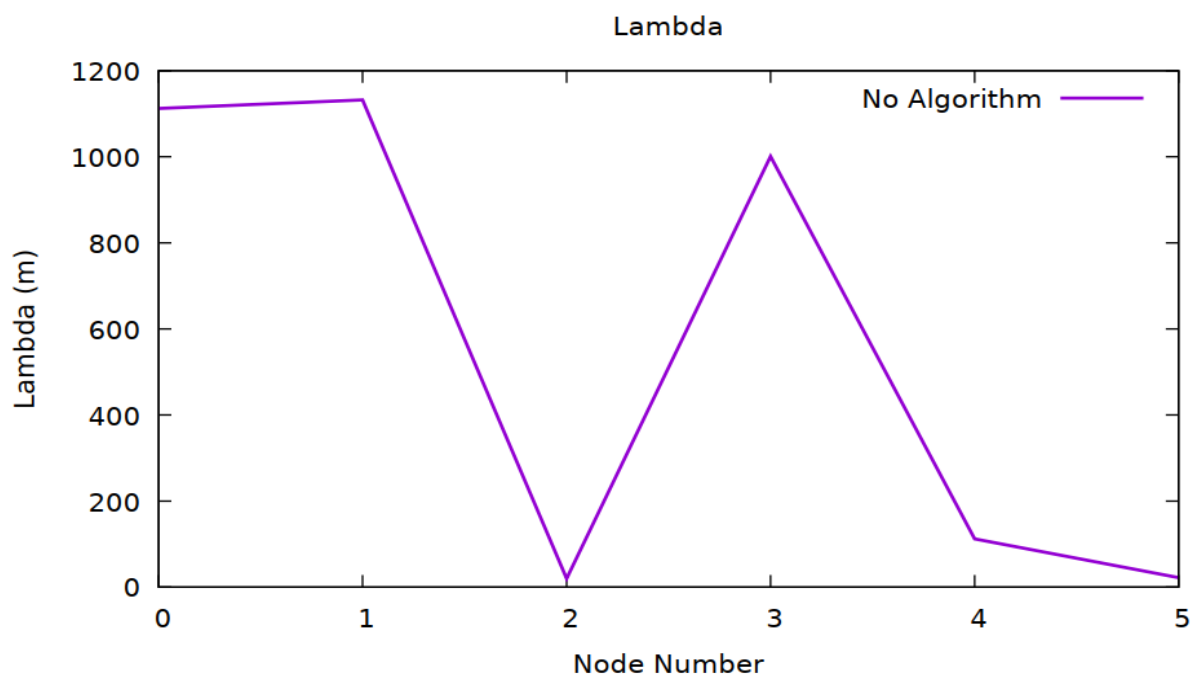
- SinrLinear là tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cộng nhiễu (SINR) là một đại lượng được sử dụng để đưa ra các giới hạn trên lý thuyết về dung lượng kênh (hoặc tốc độ truyền thông tin) trong các hệ thống truyền thông không dây như mạng.

- SINR được định nghĩa là công suất của một tín hiệu quan tâm nhất định chia cho tổng công suất nhiễu (từ tất cả các tín hiệu gây nhiễu khác) và công suất của một số nhiễu nền.
- Nếu công suất của thuật ngữ nhiễu bằng 0, thì SINR giảm xuống tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu (SIR). Ngược lại, nhiễu bằng không làm giảm SINR xuống tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm (SNR), tỷ lệ này ít được sử dụng hơn khi phát triển các mô hình toán học của mạng không dây, chẳng hạn như mạng di động.



Hình 3.1.11: Đồ thị biểu diễn của Throughput và Goodput

- Trong đó: Throughput và Goodput đều có nghĩa là thông lượng.
- Sự khác nhau giữa Throughput và Goodput là:
 - Throughput là tốc độ dữ liệu đi qua một liên kết.
 - Goodput là tốc độ dữ liệu hữu ích đi qua một liên kết. [4]

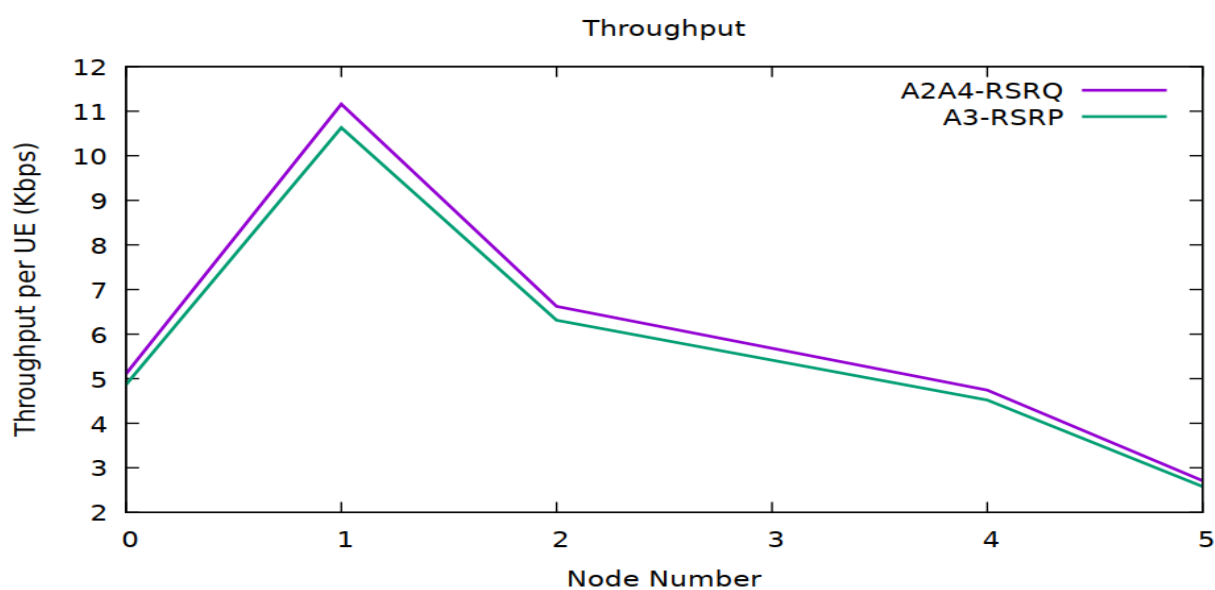


Hình 3.1.12: Đồ thị biểu diễn Lambda khi không dùng thuật toán chuyển giao

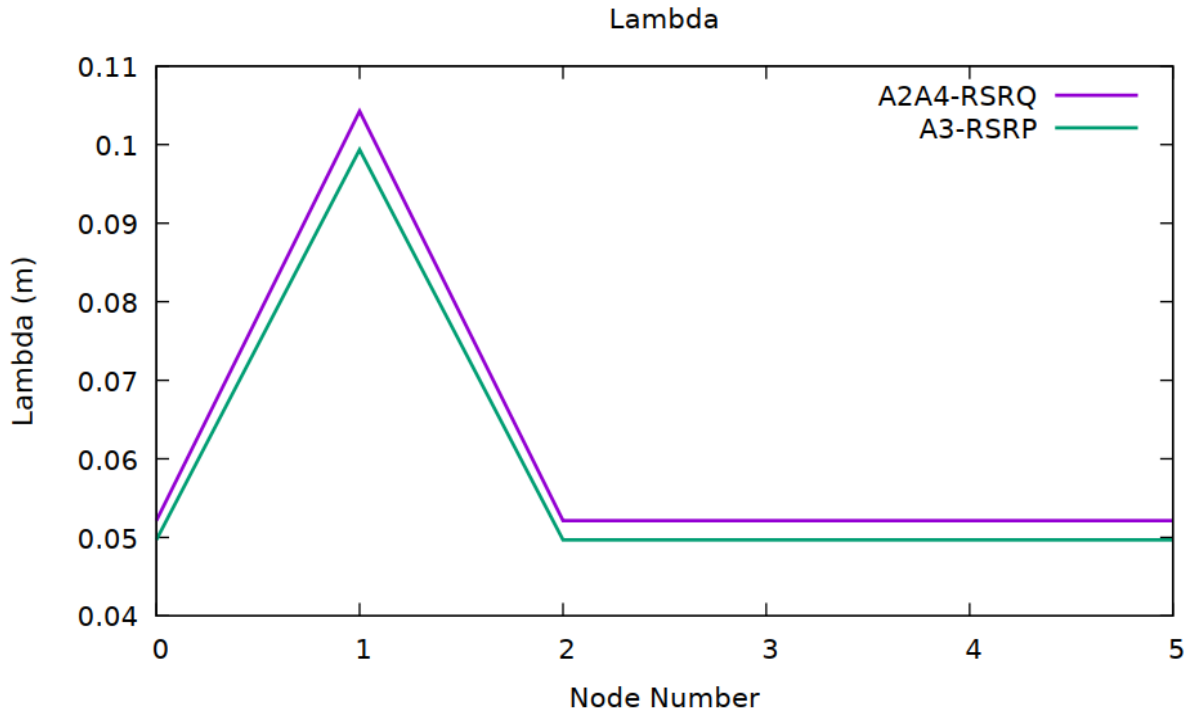
- Trong đó: Lambda là một tần số cụ thể của ánh sáng và thuật ngữ này được sử dụng rộng rãi trong mạng quang học.

3.2. Kết quả mô phỏng của kịch bản thứ hai

- So sánh độ tối ưu của hai thuật toán Handover là A2A4-RSRQ và A3-RSRP



Hình 3.2.1: Đồ thị so sánh thông lượng của hai thuật toán Handover



Hình 3.2.2: Đồ thị so sánh Lambda của hai thuật toán Handover

3.3. Kết luận

Trong đề tài này chúng em đã thực hiện mô phỏng thành công các kịch bản chuyển giao LTE. Sau đó thực hiện đo lường quá trình chuyển giao X2 bằng các tiêu chí về lưu lượng, thông lượng và lambda. Vẽ các biểu đồ biểu diễn các chỉ số như frame, sframe, IMSI, RNTI, SinrLinear của Downlink và Uplink. Thực hiện quan sát, so sánh, đánh giá độ tối ưu của hai thuật toán Handover là A2A4-RSRQ và A3-RSRP trong quá trình UE di chuyển với tốc độ cao về các tiêu chí đánh giá thông lượng và lambda. Các hướng phát triển có thể có trong tương lai cho mô hình này bao gồm hỗ trợ liên tần số đo lường UE và triển khai chuyển giao mới thuật toán quyết định.

Link mô phỏng: <https://www.youtube.com/watch?v=1lweEobcHd4>

Tài liệu tham khảo

- [1] <https://www.nsnam.org/>
- [2] <https://github.com/RahulMotipalle/LTE-Simulation-in-NS3>
- [3] <https://www.cnblogs.com/alice123/p/5492139.html>
- [4] [Rahul Motipalle & S.Venkatesh \(2018\). A Simulation of an LTE Network using NS3.pdf](#)
- [5] <https://packetpushers.net/throughput-vs-goodput/>