

## ĐÁNH GIÁ HIỆU SUẤT MÔ HÌNH KẾT HỢP MEC TRONG MẠNG 5G TRÊN HỆ MÔ PHÒNG SIMU5G

Nguyễn Quang Hưng, Trần Thị Phương Chi

Khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

Email: nqhung@husc.edu.vn, phuongchi0910@husc.edu.vn

Ngày nhận bài: 8/6/2023; ngày hoàn thành phản biện: 12/6/2023; ngày duyệt đăng: 26/6/2023

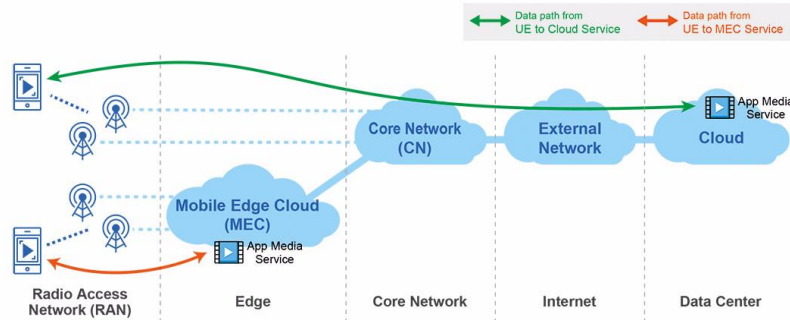
### TÓM TẮT

Simu5G là một mô phỏng chạy trên phần mềm OMNeT ++ để mô phỏng mạng 5G. Simu5G cho phép người dùng mô phỏng dữ liệu của việc triển khai mạng 5G, ở góc độ bao gồm tất cả các lớp giao thức, làm cho nó trở thành một công cụ có giá trị cho các nhà nghiên cứu quan tâm đến việc đánh giá hiệu suất của mạng và dịch vụ 5G. Bài viết này mô tả về mô hình hóa các lớp giao thức, các thực thể mạng và chức năng, đồng thời xác nhận tính trừu tượng của lớp vật lý bằng cách sử dụng các kịch bản dựa trên 3GPP. Hơn nữa, bài viết trình bày cách Simu5G có thể được sử dụng để đánh giá các dịch vụ tính toán biên đa truy cập (MEC) được cung cấp thông qua mạng 5G.

**Từ khóa:** SiMu5G, mạng 5G, tính toán biên đa truy cập (MEC).

### MỞ ĐẦU

5G là một công nghệ đột phá bắt buộc phải có để đáp ứng các yêu cầu về dung lượng và hiệu suất của các mạng trong tương lai. Nhu cầu băng thông lớn và yêu cầu độ trễ cực thấp, cần thiết bởi các ứng dụng đang phát triển (như AI, IoT, công nghệ thực tế tăng cường (Augmented Reality - AR), thực tế ảo (Virtual Reality - VR), cơ sở hạ tầng điều khiển từ xa và các kịch bản IoT), đòi hỏi 5G phải được hỗ trợ bởi các công nghệ mới nổi khác như SDN/NFV và tính toán biên đa truy cập MEC. Bằng cách đưa máy tính đến gần hơn với người dùng, MEC hứa hẹn sẽ đáp ứng các hạn chế về độ trễ và băng thông mong muốn. Các cơ quan tiêu chuẩn hóa, như 3GPP (cho 5G) và ETSI (cho MEC), đã và đang làm việc theo hướng hợp lý hóa các thủ tục liên kết giữa các hệ thống lõi 5G và MEC. Các thông số kỹ thuật 5G và MEC cung cấp cái nhìn sâu sắc về chiến lược tích hợp dự kiến trong tương lai - làm cho MEC hoạt động như một chức năng ứng dụng 5G để tương tác với hệ thống 3GPP 5G để điều khiển lưu lượng và tiếp nhận các sự kiện di động [1-10].



Hình 1. Triển khai hệ thống tích hợp MEC trong mạng 5G

MEC là một yếu tố quan trọng trong việc triển khai 5G. MEC cho phép nhà điều hành và các dịch vụ của bên thứ ba được lưu trữ gần điểm truy cập của thiết bị người dùng (UE – User Equipment). MEC cho phép triển khai khả năng tính toán đám mây ở biên mạng (Hình 1). Do đó MEC được coi là cần thiết trong cả ba kịch bản sử dụng mạng 5G [11-12].

Simu5G, được biết đến như là một thư viện mô phỏng mạng 5G dựa trên phần mềm mô phỏng OMNeT++ [13-14]. Simu5G bao gồm tập các mô hình có giao diện được xác định rõ ràng, có thể được khởi tạo và kết nối để xây dựng các kịch bản mô phỏng phức tạp tùy ý và hoàn toàn có thể kết hợp với thư viện INET, cho phép người dùng mô phỏng các kịch bản end-to-end liên quan đến kết hợp tùy ý các mạng TCP/IP bao gồm giao diện 5G NR lớp-2.

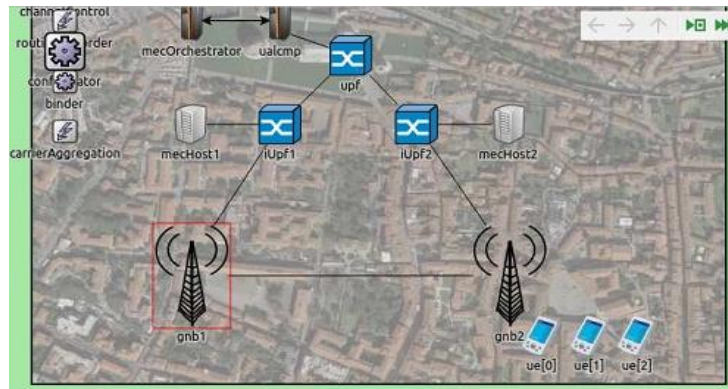
Simu5G cho phép người dùng viết mã và thử nghiệm, chẳng hạn như các sơ đồ quản lý và phân phối tài nguyên trong mạng 5G, ví dụ: lựa chọn UE, sử dụng sơ đồ điều chế nào, ..., có tính đến sự phối hợp nhiều giữa các tế bào, lựa chọn sóng mang, hiệu suất năng lượng, ... Đối với các dịch vụ có liên quan, nó cho phép người dùng khởi tạo các tình huống trong đó ứng dụng người dùng, chạy tại UE, giao tiếp với ứng dụng MEC lưu trữ tại máy chủ MEC, để đánh giá (ví dụ) độ trễ phản hồi của dịch vụ thể hệ mới, bao gồm thời gian tính toán tại máy chủ MEC.

Ý tưởng của bài phân tích mô phỏng mô hình của khung MEC được tích hợp với trình giả lập Simu5G, bằng cách xây dựng một kịch bản mô hình mô phỏng MultiMechost trong Simu5G. Một số kết quả phân tích mô hình cũng đã được thể hiện thông qua việc đánh giá với các đồ thị, làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo. Nội dung tiếp theo của bài báo gồm: phần 2 trình bày một kịch bản mô phỏng MEC tích hợp với mạng 5G trong Simu5G. Kết quả phân tích thông qua các đồ thị của một số mô phỏng, sẽ được trình bày ở phần 3. Cuối cùng là phần kết luận.

## 2. MÔ PHỎNG KỊCH BẢN MEC TÍCH HỢP TRONG SIMU5G

### 2.1 Mô hình kịch bản

Trong nội dung phần này, chúng tôi xem xét một kịch bản mô phỏng như ở Hình 2. Theo đó, hệ thống MEC chứa một quản lý vòng đời ứng dụng người dùng (UALCMP), một bộ điều phối MEC và hai máy chủ MEC, cụ thể là mecHost1 và mecHost2, được liên kết với một gNB. Thiết bị người dùng di động là một vectơ của UE, mỗi UE chạy một ứng dụng có tên là UEWarningAlertApp. Nhiệm vụ tiếp theo tạo một ứng dụng MEC có tên MECWarningAlertApp, ứng dụng này được cho là sẽ được tích hợp trong hệ thống MEC trong quá trình khởi tạo mạng và gửi thông báo cảnh báo tới thiết bị di động (UE) khi chúng đi vào vùng nhận dạng gNB.



Hình 2. Một kịch bản mô phỏng Multi Host

Mục tiêu kịch bản mô phỏng: Đánh giá kết quả truyền dữ liệu các gói tin yêu cầu khởi tạo ứng dụng UEWarningAlertApp từ các UE khi vào vùng nhận dạng của gnb1, gnb2 với yêu cầu kết nối tốt nhất theo Hình 3. Ứng dụng MECWarningAlertApp được tạo ra trong hệ thống MEC từ việc gọi và khởi tạo yêu cầu MEC phục vụ của các UE.

```
# UEs associates to the best BS at the beginning of the simulation
*.ue[*].macCellId = 0
*.ue[*].masterId = 0
*.ue[*].nrMacCellId = 1
*.ue[*].nrMasterId = 1
**.dynamicCellAssociation = true
**.enableHandover = true
```

Hình 3. Điều kiện UE kết nối gNB

```
98 #-----UEWarningAlertApp-----
99 *.ue[*].numApps = 2
100 *.ue[*].app[0].typename = "DeviceApp"
101 *.ue[*].app[0].localPort = 4500
102 *.ue[*].app[0].UALCMPAddress = "ualcmp"
103 *.ue[*].app[0].UALCMPPort = 1000
104 *.ue[*].app[0].appPackageSource = "ApplicationDescriptors/WarningAlertApp.json"
105
106 *.ue[*].app[1].typename = "UEWarningAlertApp"
107 *.ue[*].app[1].deviceAppAddress = "ue["+string(ancestorIndex(1))+"]"
108 *.ue[*].app[1].deviceAppPort = 4500
109 *.ue[*].app[1].startTime = 1s
110 *.ue[*].app[1].stopTime = 35s
111
112 *.ue[*].app[1].positionX = 600
113 *.ue[*].app[1].positionY = 600
114 #-----#
```

Hình 4. Cấu hình UE

Cấu hình UE chạy ứng dụng có tên UEWarningAlertApp chịu trách nhiệm yêu cầu khởi tạo Services MEC tới UALCMP. Bên cạnh mô-đun triển khai logic của

MECWarningAlertApp, AppDescriptor cũng được yêu cầu. Tập AppDescriptor mô tả MECWarningAlertApp được hiển thị trong Hình 4.

Ứng dụng MEC yêu cầu 10 MB RAM, 10 MB bộ nhớ, 1500 MIPS CPU và ứng dụng được yêu cầu sử dụng là dịch vụ định vị (LocationServices) như Hình 5.

```

1 {
2   "appDid" : "WAMECAPP",
3   "appName" : "MECWarningAlertApp",
4   "appProvider" : "simu5g.apps.mec.WarningAlert.MECWarningAlertApp",
5   "appInfoName" : "appInfoName_",
6   "appDescription" : "appDescription_",
7   "virtualComputeDescriptor" : {
8     "virtualDisk" : 10,
9     "virtualCpu" : 1500,
10    "virtualMemory" : 10
11  },
12  "appServiceRequired" : [
13    {
14      "serviceName" : "LocationService",
15      "version" : "v2",
16      "serCategory" : "Location"
17    }
18  ],
19  "omnetppServiceRequired" : "MEWarningAlertService"
20 }
21
22
23

```

Hình 5. Khai báo AppDescriptor cho WarningAlertApp

```

136 # MEC Services
137 # MEC host 1 services configurations
138 *mecHost1.mecPlatform.numMecServices = 0
139 # MEC host 2 services configurations
140 *mecHost2.mecPlatform.numMecServices = 1
141 *mecHost2.mecPlatform.mecService(0).typename = "LocationService"
142 *mecHost2.mecPlatform.mecService(0).localAddress = "mecHost2.virtualizationInfrastructure"
143 *mecHost2.mecPlatform.mecService(0).localPort = 10020
144 *mecHost2.mecPlatform.serviceRegistry.localAddress = "mecHost2.virtualizationInfrastructure"
145 *mecHost2.mecPlatform.serviceRegistry.localPort = 10021
146
147 # random number generators configuration
148 *mecHost2.mecPlatform.serviceRegistry.rng-0 = 0 # request service time
149 *mecHost2.mecPlatform.serviceRegistry.rng-1 = 3 # subscription service time
150 *mecHost2.mecPlatform.mecService(0).rng-0 = 0 # request service time
151 *mecHost2.mecPlatform.mecService(0).rng-1 = 1 # subscription service time
152 *mecHost2.mecPlatform.mecService(0).requestServiceTime = 20us
153 *mecHost2.mecPlatform.mecService(0).subscriptionServiceTime = 11us
154
155 # MEC Orchestrator configuration
156 *mecOrchestrator.mecHostList = "mecHost1, mecHost2" # MEC hosts associated to the MEC system
157 *mecOrchestrator.mecApplicationDescriptor = "WarningAlertApp" # list of MEC app descriptors to be onboarded at
158 *mecHost*.mecPlatformManager.mecOrchestrator = "mecOrchestrator" # the MECPM needs to know the MEC orchestrator
159
160

```

Hình 6. Cấu hình hệ thống MEC

Đoạn mã của tệp omnetpp.ini trong Hình 3 hiển thị cấu hình liên quan đến hệ thống máy chủ MEC. Cả hai máy chủ MEC đều có cùng khả năng tính toán, nhưng chỉ mecHost2 có dịch vụ định vị chạy trên nền tảng MEC của nó. Vì thế, nó sẽ là dịch vụ được người điều phối MEC chọn để triển khai ứng dụng MEC.

## 2.2 Các tham số mô phỏng.

Bảng 1. Cấu hình tham số mô phỏng

Tên tham số	Giá trị	Tên tham số	Giá trị
#gNB	2	gNB2 initial (X, Y)	(750m, 500m)
#UE	3	UE[0] initial (X,Y)	(800m, 600m)
sim-time-limit	35s	UE[1] initial (X,Y)	(875m, 600m)
Carrier Frequency	2GHz	UE[2] initial (X,Y)	(950m, 600m)
numBands	50	UE speed	13.89mps; 20.89mps; 60mps
gNB1 initial (X, Y)	(250m, 500m)	UE TxPower	26 dBm
gNb TxPower	46 dBm	mecHost2 subscriptionServiceTime	1us; 3us; 6us; 11us
targetBler	0.01	Dynamic Cell Association	TRUE
blerShift	5	Enable Handover	TRUE
fbPeriod	40	UE[*] mobility typename	LinearMobility
mecHost2 requestServiceTime	2μs; 5us; 10us; 20us		

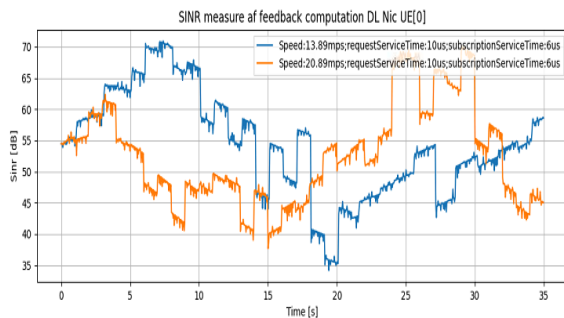
Trong giới hạn của bài viết, ở đây chúng tôi chỉ tìm hiểu về appDescriptor mặc định so sánh với sự thay đổi thông số tốc độ di chuyển của các UE, yêu cầu thời gian phục vụ của mecHost2. Kết quả chạy mô phỏng được sử dụng để phân tích và đánh giá.

### 2.3 Phân tích kết quả

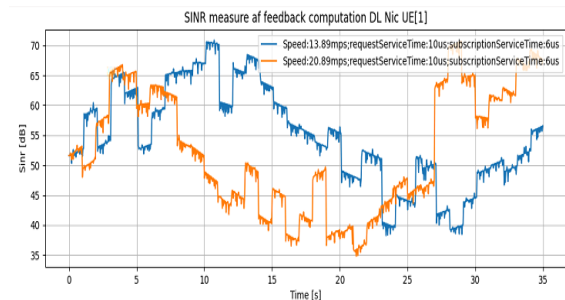
Dựa theo các mô hình đã phân tích ở trên, trong phần này, bài báo sẽ tập trung vào phần đánh giá hiệu năng hệ thống với các thông số thay đổi để nhấn mạnh tính hiệu quả của các mô hình mà bài báo đã phân tích thông qua phần mềm tính toán được tích hợp trực tiếp trên mô phỏng. Dựa theo kết quả phân tích từ các lược đồ trạng thái, chúng tôi sử dụng phương pháp phân tích so sánh khi thay đổi tham số, từ đó tính toán các thông số độ đo (hiệu suất sử dụng máy chủ, xác suất tắc nghẽn), sau đó tiến hành mô tả về mặt đồ thị sự biến thiên của các giá trị phụ thuộc vào lưu lượng mạng.

#### 2.3.1. Các nút UE

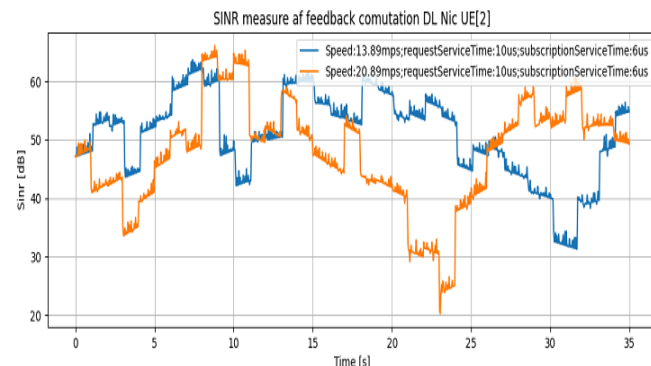
- Phân tích tỷ lệ nhiễu tín hiệu tại các UE[0], UE[1], UE[2] trong trường hợp Downlink (DL) qua 2 lần mô phỏng ứng với các trường hợp thay đổi thông số tốc độ UE, giữ nguyên thời gian phục vụ của mecHost2, được mô tả qua các Hình 7, Hình 8, Hình 9.



Hình 7. Sơ đồ nhiễu tín hiệu DL tại Nic UE [0] qua 2 lần mô phỏng



Hình 8. Sơ đồ nhiễu tín hiệu DL tại Nic UE qua 2 lần mô phỏng



Hình 9. Sơ đồ nhiễu tín hiệu DL tại Nic UE [2] qua 2 lần mô phỏng

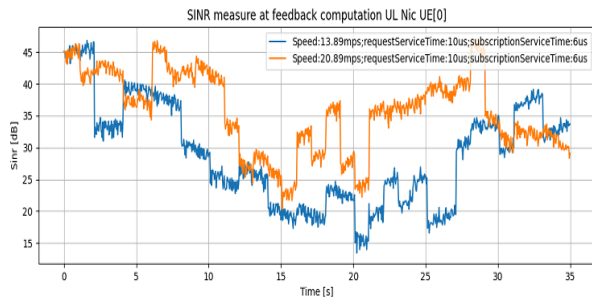
Kết quả tính toán chi tiết các giá trị độ đo nhiễu tín hiệu DL tại UE[0]; UE[1]; UE[2] được thể hiện trong Bảng 2.

**Bảng 2.** Kết quả tính toán nhiễu tín hiệu DL tại Nic UE[0]; UE[1]; UE[2]

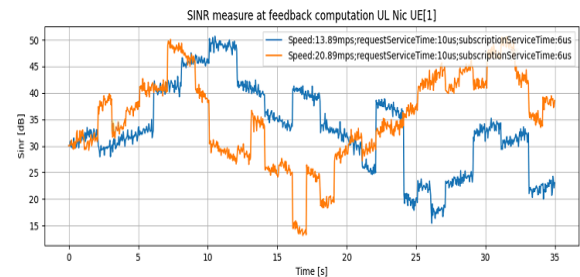
Thông số (Tốc độ di chuyển của UE, Thời gian phục vụ)	UE [*]	Mean (kỳ vọng) (dB)	Variance (phương sai) (dB <sup>2</sup> )
20.89mps; 10us; 6us	UE[0]	52.606419	61.543035
	UE[1]	52.291107	101.378416
	UE[2]	47.795329	80.563572
13.89mps; 10us; 6us	UE[0]	54.229511	68.583877
	UE[1]	54.821087	67.203575
	UE[2]	50.911553	52.743747

Bảng 2 cho ta thấy được khi thay đổi tốc độ di chuyển của các UE với tốc độ càng lớn thì cho giá trị phương sai càng lớn. Điều này cho ta thấy được sự phân tán càng nhiều quanh giá trị giá trị trung bình của tỷ lệ nhiễu tính hiệu trong trường hợp DL làm ảnh hưởng lớn đến kết quả truyền dữ liệu trong mạng.

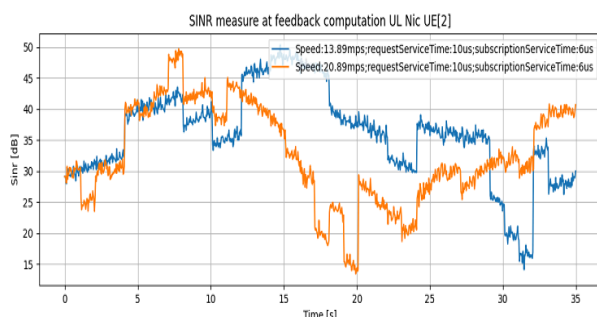
Tương tự, phân tích tỷ lệ nhiễu tín hiệu tại các UE[0], UE[1], UE[2] trong trường hợp Uplink (UL) qua 2 lần mô phỏng ứng với các trường hợp thay đổi thông số tốc độ UE, giữ nguyên thời gian phục vụ của meHost2, được mô tả qua các Hình 10, Hình 11, Hình 12.



**Hình 10.** So đo nhiễu tín hiệu UL tại UE[0]



**Hình 11.** So đo nhiễu tín hiệu UL tại UE [1]



Hình 12. Sơ đồ nhiễu tín hiệu UL tại Nic UE [2]

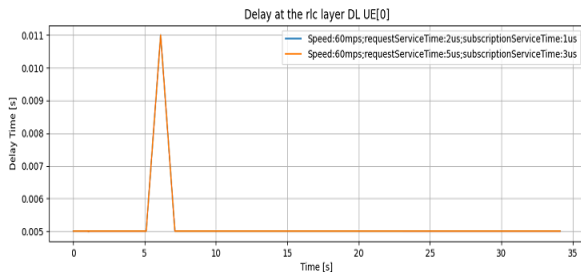
Kết quả tính toán chi tiết các giá trị độ đo nhiễu tín hiệu UL tại UE[0]; UE[1]; UE[2] được thể hiện trong Bảng 3.

Bảng 3. Kết quả tính toán nhiễu tín hiệu UL tại UE[0]; UE[1]; UE[2]

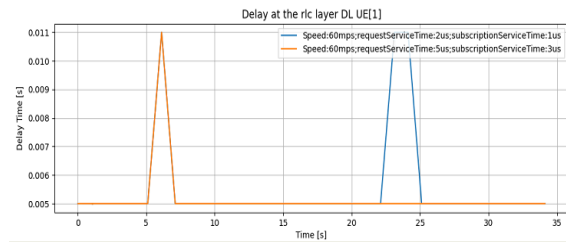
Thông số (Tốc độ di chuyển của UE, Thời gian phục vụ)	UE [*]	Mean (kỳ vọng) (dB)	Variance (phương sai) (dB <sup>2</sup> )
20.89mps; 10us; 6us	UE [0]	35.607057	39.378148
	UE [1]	35.321357	67.839828
	UE [2]	32.641823	61.781031
13.89mps; 10us; 6us	UE [0]	28.771672	64.066609
	UE [1]	33.374315	65.058173
	UE [2]	35.991807	54.461819

Dựa vào Bảng 3 cho ta thấy được khi thay đổi tốc độ di chuyển của các UE với tốc độ càng cao thì cho giá trị phương sai càng nhỏ. Điều này cho ta thấy được giá trị càng tập trung quanh giá trị trung bình của tỷ lệ nhiễu tín hiệu trong trường hợp UL làm ảnh hưởng lớn đến kết quả truyền dữ liệu trong mạng.

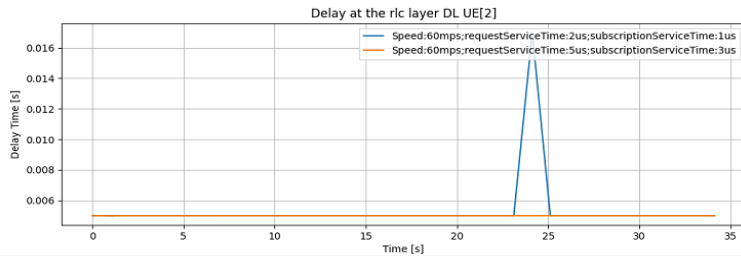
Kết quả so sánh theo thông số độ trễ (Delay) tại Rlc Downlink (DL) của UE[0], UE [1], UE [2] qua 2 lần mô phỏng ứng với thay đổi thông số tốc độ UE không thay đổi, yêu cầu thời gian phục vụ của mechHost2 được thay đổi, được thể hiện qua các Hình 13, Hình 14 và Hình 15.



Hình 13. Độ trễ (Delay) theo đường DL tại UE [0]



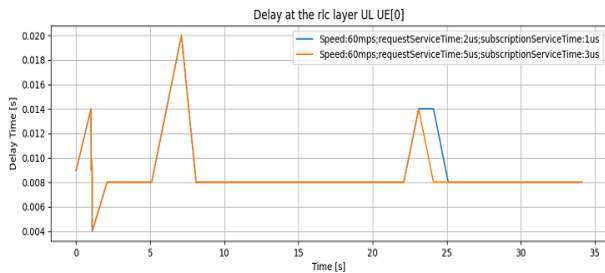
Hình 14. Độ trễ (Delay) theo đường DL tại UE [1]



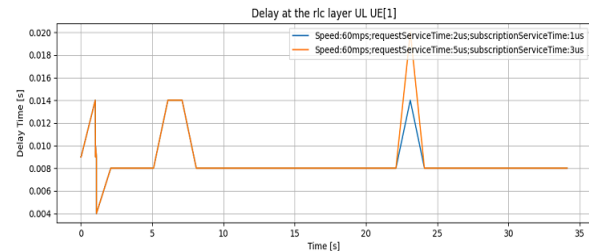
Hình 15. Độ trễ (Delay) theo đường DL tại UE [2]

Qua Hình 13, Hình 14, Hình 15 khi thay đổi thời gian phục vụ tại MecHost 2 với khoảng thời gian thay đổi nhỏ, tốc độ di chuyển UE với vận tốc cao 60 (mps). Điều này cho ta thấy độ trễ gói tin tiệm cận gần nhau trong trường hợp DL. Kết quả này phụ hợp với tốc độ truyền tải mạng 5G với tốc độ cao.

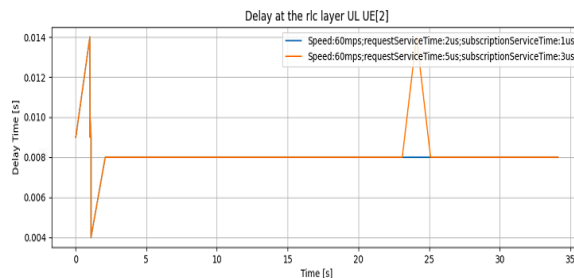
Kết quả so sánh theo thông số độ trễ (Delay) tại Rlc Uplink (UL) của UE [0], UE [1], UE [2] qua 2 lần mô phỏng ứng với thông số tốc độ UE không thay đổi, yêu cầu thời gian phục vụ của mecHost2 được thay đổi, được thể hiện qua các Hình 16, Hình 17 và Hình 18.



Hình 16. Độ trễ (Delay) theo đường UL tại UE [0]



Hình 17. Độ trễ (Delay) theo đường UL tại UE [1]



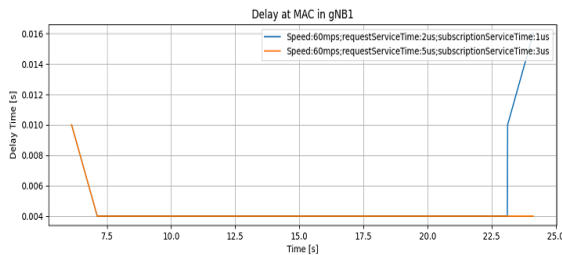
Hình 18. Độ trễ (Delay) theo đường UL tại UE [2]



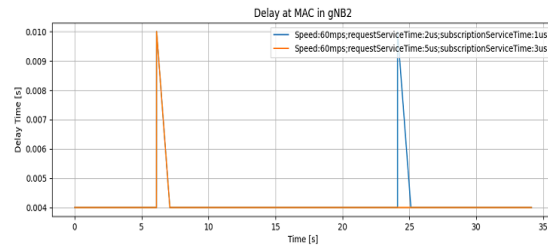
Qua Hình 16, Hình 17, Hình 18 khi thay đổi thời gian phục vụ tại MechHost 2 với khoảng thời gian thay đổi nhỏ, tốc độ di chuyển UE với vận tốc cao 60 (mps). Điều này cho ta thấy độ trễ gói tin tiệm cận gần bằng nhau trong trường hợp UL. Kết quả này phụ hợp với tốc độ truyền tải mạng 5G với tốc độ cao.

### 2.3.2. Tại nút gNB

- Kết quả so sánh theo thông số độ trễ (Delay) tại gNB1, gNB2 qua 2 lần mô phỏng ứng với thông số tốc độ UE không thay đổi, yêu cầu thời gian phục vụ của mechHost2 được thay đổi, được thể hiện qua các Hình 19 và Hình 20.



Hình 19. Độ trễ (Delay) MAC tại gNB1



Hình 20. Độ trễ (Delay) MAC tại gNB2

So sánh độ trễ dữ liệu tại gNB1, gNB2 khi UE đạt tốc độ di chuyển cao 60mps với thời gian phục vụ tại MechHost 2 thay đổi. Theo Hình 3.26, Hình 3.27, Hình 3.28 được hiển thị có ít sự thay đổi về độ trễ dữ liệu khi truyền qua các gNB 1, gNB2. Sự thay đổi này diễn ra không lớn với lý do khoảng cách thay đổi thời gian phục vụ của MechHost 2 qua hai lần mô phỏng ngắn. Điều này khẳng định sự ảnh hưởng tốc độ xử lý của MechHost không có ảnh hưởng nhiều đến việc truyền dữ liệu qua mạng 5G

## 3. KẾT LUẬN

Bài báo đã tập trung nghiên cứu mô hình tích hợp hệ thống tính toán biên di động MEC trong mạng lõi 5G. Trên cơ sở đó, kịch bản mô hình mô phỏng MultiMechost trong Simu5G, là công cụ đánh giá hệ thống tích hợp MEC và 5G dựa trên phần mềm mô phỏng OMNeT++. Một số kết quả phân tích mô hình cũng đã được thể hiện thông qua việc đánh giá với các đồ thị, làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo. Xác định giá trị tối ưu các tham số ngưỡng của mô hình để đảm bảo QoS một cách tốt nhất, đồng thời nghiên cứu ứng dụng các phương pháp học máy, học tăng cường vào bài toán quản lý tài nguyên trong mạng lõi 5G.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Ahmed E. and Rehmani M.H. (2017), "Mobile edge computing: Opportunities, solutions, and challenges, *Future Generation Computer Systems*", 70 (2017) 59 – 63, <https://doi.org/10.1016/j.future.2016.09.015>
- [2]. Cruz-Pérez F.A. and Ortigoza-Guerrero L. (2006). "Fractional Resource Reservation in Mobile cellular Systems". *Resource, Mobility, and Security Management in Wireless Networks and Mobile Communications*, pp. 335-362.
- [3]. Do T. V. et al (2019), "Comparison of scheduling algorithms for multiple mobile computing edge clouds", *SIMULATION MODELLING PRACTICE AND THEORY* 93, pp. 104-118. , 15 p. (2019)
- [4]. 3GPP TS 23.501 V15.1.0 (2018), "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; System Architecture for the 5G System; Stage 2 (Release 15)" (2018-03)
- [5]. Guo S. et al (2018), "Resource Modeling and Scheduling for Mobile Edge Computing: A Service Provider's Perspective", *IEEE Access*, Vol. 6, pp.35611 - 35623.
- [6]. Hu Y.C et al (2015), "Mobile Edge Computing A key technology towards 5G", ETSI White Paper No. 11, ISBN No. 979-10-92620-08-5 ([https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi\\_wp11\\_mec\\_a\\_key\\_technology\\_towards\\_5g.pdf](https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi_wp11_mec_a_key_technology_towards_5g.pdf)).
- [7]. Kekki S. et al (2018), "MEC in 5G networks", ETSI white paper, no. 28, pp.1–28, Jun. 2018
- [8]. Mao, Y. et al (2016), "Mobile Edge Computing: Survey and Research Outlook", *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 2016.
- [9]. Sabella, S. et al (2016), "Mobile Edge Computing Architecture: The role of MEC in the Internet of Things", *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 5(4), 2016.
- [10]. [https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi\\_wp24\\_MEC\\_deployment\\_in\\_4G\\_5G\\_FINAL.pdf](https://www.etsi.org/images/files/ETSIWhitePapers/etsi_wp24_MEC_deployment_in_4G_5G_FINAL.pdf)
- [11]. S. Kekki et al., "Mec in 5g networks," ETSI white paper, pp. 1-28, Jun. 2018.
- [12]. <https://ictvietnam.vn/trien-khai-mec-cho-mang-5g-tai-viet-nam-ung-dung-va-giai-phap-55023.html>
- [13]. G. Nardini et al., "Simu5G—An OMNeTCC Library for End-to-End Performance Evaluation of 5G networks", *IEEE Access*, VOLUME 8, 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3028550
- [14]. Simu5G: Simulator for 5G New Radio Networks. Accessed: Oct. 2022.
- [15]. [Online]. Available: <http://simu5g.org/>
- [16]. Accessed: Jul. 2023. OMNeTCC. [Online]. Available: <https://omnetpp.org>

## EVALUATE THE EFFICIENCY OF MEC HYBRID MODEL IN 5G NETWORK ON SIMU5G SIMULATION SYSTEM

**Nguyen Quang Hung, Tran Thi Phuong Chi**

Faculty of Information Technology, University of Sciences, Hue University

Email: nqhung@husc.edu.vn, phuongchi0910@husc.edu.vn

### ABSTRACT

Simu5G is an emulator that runs on OMNeT++ software to simulate 5G networks. Simu5G allows users to simulate the data of a 5G network deployment, from an all-protocol layer perspective, making it a valuable tool for researchers interested in evaluating performance of 5G networks and services. This article describes modeling protocol layers, network entities, and functions, and validates physical layer abstraction using 3GPP-based scenarios. Furthermore, the Paper demonstrates how Simu5G can be used to evaluate Multiple Access Edge Computing (MEC) services offered through 5G networks.

**Keywords:** Networks, Simu5G, Multiple Access Edge Computing (MEC).



**Nguyễn Quang Hưng** sinh ngày 3/11/1979. Ông tốt nghiệp cử nhân ngành Công nghệ Thông tin năm 2001 và thạc sĩ chuyên ngành Khoa học Máy tính tại trường Đại học Khoa Học, Đại học Huế vào năm 2005. Hiện ông công tác tại Khoa Công nghệ Thông tin, trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* mạng máy tính, truyền thông dữ liệu.



**Trần Thị Phương Chi** sinh ngày 09/10/1983 tại Thừa Thiên Huế. Bà tốt nghiệp cử nhân ngành Công nghệ thông tin năm 2005 và thạc sĩ chuyên ngành Khoa học máy tính năm 2009 tại trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Từ năm 2013 đến nay, bà công tác tại khoa Công nghệ Thông tin, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

*Lĩnh vực nghiên cứu:* Cơ sở dữ liệu.

