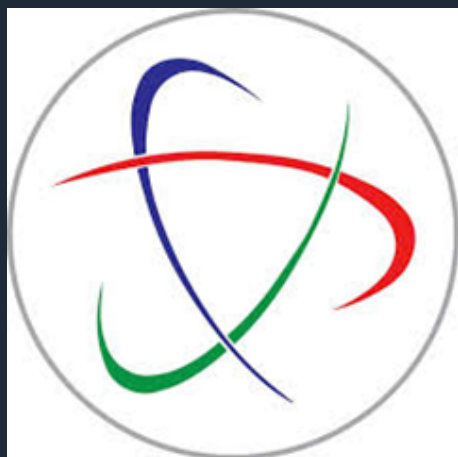


**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA ĐÀ NẴNG**

**Phân tích hiệu năng mạng CSMA/CA  
sử dụng NS3**



SVTH: Phan Lê Minh - 106220260 - 22KTMT2  
Hồ Anh Nguyên - 106220228 - 22KTMT1  
Trần Kiên Quang Minh - 106220225 - 22KTMT1  
GVHD: TS. Nguyễn Văn Hiếu

# NỘI DUNG TRÌNH BÀY

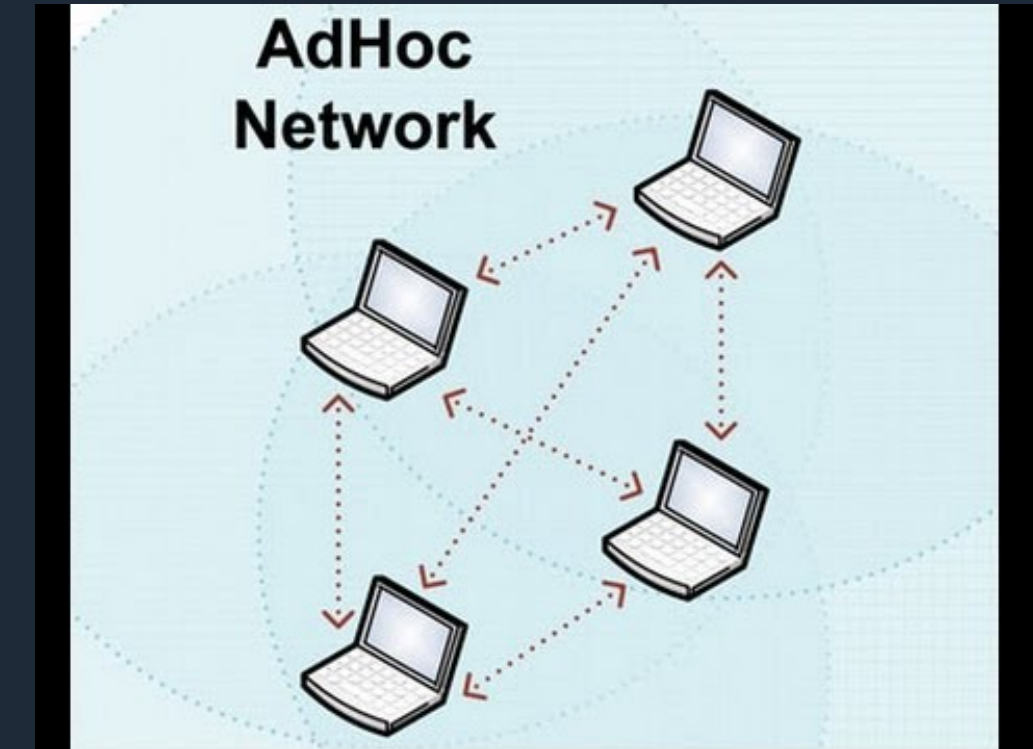
- Mô hình hệ thống mạng
- Kịch bản mô phỏng
- Phân tích giữ liệu
- Kết luận

# 1. MÔ HÌNH HỆ THỐNG MẠNG

# 1. MÔ HÌNH HỆ THỐNG MẠNG

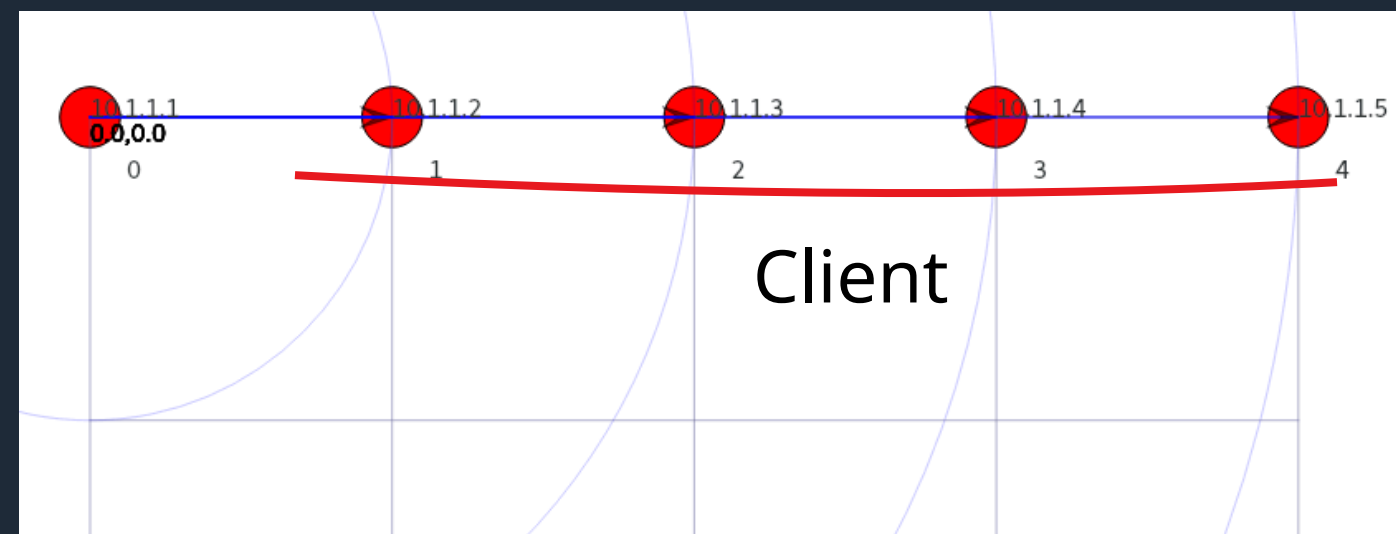
## Mạng Ad-hoc (Peer-to-peer)

- Đặc điểm:
- Phi tập trung (decentralized)
- Không cần Access Point
- Mỗi node tự quản lý gửi/nhận, dùng CSMA/CA để tránh collision
- Hiệu năng dễ suy giảm khi số node tăng



## SƠ ĐỒ MẠNG

Server: N1 (10.1.1.1) |  
Clients: N2-Nn (10.1.1.2 - 10.1.1.n)



# 1.2 Cơ chế RTS/CTS

Request to Send / Clear to Send

Mục đích: Giảm collision trong mạng wireless

WITHOUT RTS/CTS	WITH RTS/CTS
Client → [DATA] → Server ✗ Collision! Client → [DATA] → Server	Client → [RTS] → Server ← [CTS] ← Client → [DATA] → Server ✓ No collision

- Ưu điểm: Giảm collision, tăng reliability
- Nhược điểm: Overhead, tăng delay

# 1.2 Cơ chế RTS/CTS

Tắt RTS/CTS bằng cách đặt:

```
Config::setDefault("ns3::WifiRemoteStationManager::RtsCtsThreshold", 1000);
```

- Với packetSize < 1000 byte  $\Rightarrow$  RTS/CTS disabled
- Tăng khả năng xảy ra xung đột khi nhiều node gửi cùng lúc.

## 2. KỊCH BẢN MÔ PHỎNG

# 2. KỊCH BẢN MÔ PHỎNG

## Thiết kế:

- 1 Server node (node đầu tiên)
- N-1 Client nodes (các nodes còn lại)
- Khởi tạo client, cấu hình:
  - MaxPackets: 512B / 2000B
  - Interval: 1 second giữa các packets
  - PacketSize: 10 packets mỗi client
- Tất cả clients đồng thời gửi packets đến server
- Thu thập dữ liệu bằng FlowMonitor và lưu vào file XML theo dạng: **final-X-nodes.xml**

## FILES KẾT QUẢ

### 1. FlowMonitor XML (**final-N-nodes.xml**)

Thông số được lấy từ FlowMonitor:

- TX/RX Packets: số gói gửi / nhận
- Lost Packets: số gói mất
- Packet Loss Ratio (%)
- Delay trung bình (Mean Delay)
- Throughput / Bitrate (kbit/s)
- Lost Flow Ratio: số flow bị mất gói / tổng flow
- Lost Client Ratio: số client không nhận được phản hồi / tổng client

### 2. NetAnim XML (**anim-N-nodes.xml**)

- Visualization data cho NetAnim
- Animation của packet transmission



# 3. PHÂN TÍCH DỮ LIỆU

# 3. Phân tích dữ liệu

## Dữ liệu từ Flow Monitor

### Flow chứa thông tin:

- Thời điểm gửi/nhận gói đầu & cuối
- Tổng trễ
- Tổng byte & gói gửi/nhận
- Số gói bị mất

```
?xml version="1.0" ?>
<FlowMonitor>
  <FlowStats>
    <Flow flowId="1" timeFirstTxPacket="+2e+09ns" timeFirstRxPacket="+2.00633e+09ns" timeLastTxPacket="+1.1e+10ns" timeLastRxPacket="+1.10001e+10ns" delaySum="+7.71439e+06ns" jitterSum="+6.28707e+06ns" lastDelay="+68639ns" txBytes="5400" rxBytes="5400" txPackets="10" rxPackets="10" lostPackets="0" timesForwarded="0">
      <delayHistogram nBins="7" >
        <bin index="0" start="0" width="0.001" count="9" />
        <bin index="6" start="0.006" width="0.001" count="1" />
      </delayHistogram>
      <jitterHistogram nBins="6" >
        <bin index="0" start="0" width="0.001" count="8" />
        <bin index="5" start="0.005" width="0.001" count="1" />
      </jitterHistogram>
      <packetSizeHistogram nBins="28" >
        <bin index="27" start="540" width="20" count="10" />
      </packetSizeHistogram>
      <flowInterruptionsHistogram nBins="5" >
        <bin index="3" start="0.75" width="0.25" count="4" />
        <bin index="4" start="1" width="0.25" count="5" />
      </flowInterruptionsHistogram>
    </Flow>
    <Flow flowId="2" timeFirstTxPacket="+2e+09ns" timeFirstRxPacket="+2.00329e+09ns" timeLastTxPacket="+1.1e+10ns" timeLastRxPacket="+1.10005e+10ns" delaySum="+7.61773e+06ns" jitterSum="+3.51166e+06ns" lastDelay="+515706ns" txBytes="5400" rxBytes="5400" txPackets="10" rxPackets="10" lostPackets="0" timesForwarded="0">
      <delayHistogram nBins="4" >
        <bin index="0" start="0" width="0.001" count="9" />
        <bin index="3" start="0.003" width="0.001" count="1" />
      </delayHistogram>
      <jitterHistogram nBins="3" >
        <bin index="0" start="0" width="0.001" count="8" />
        <bin index="2" start="0.002" width="0.001" count="1" />
      </jitterHistogram>
      <packetSizeHistogram nBins="28" >
        <bin index="27" start="540" width="20" count="10" />
      </packetSizeHistogram>
      <flowInterruptionsHistogram nBins="5" >
        <bin index="3" start="0.75" width="0.25" count="5" />
        <bin index="4" start="1" width="0.25" count="4" />
      </flowInterruptionsHistogram>
    </Flow>
  </FlowStats>
</FlowMonitor>
```

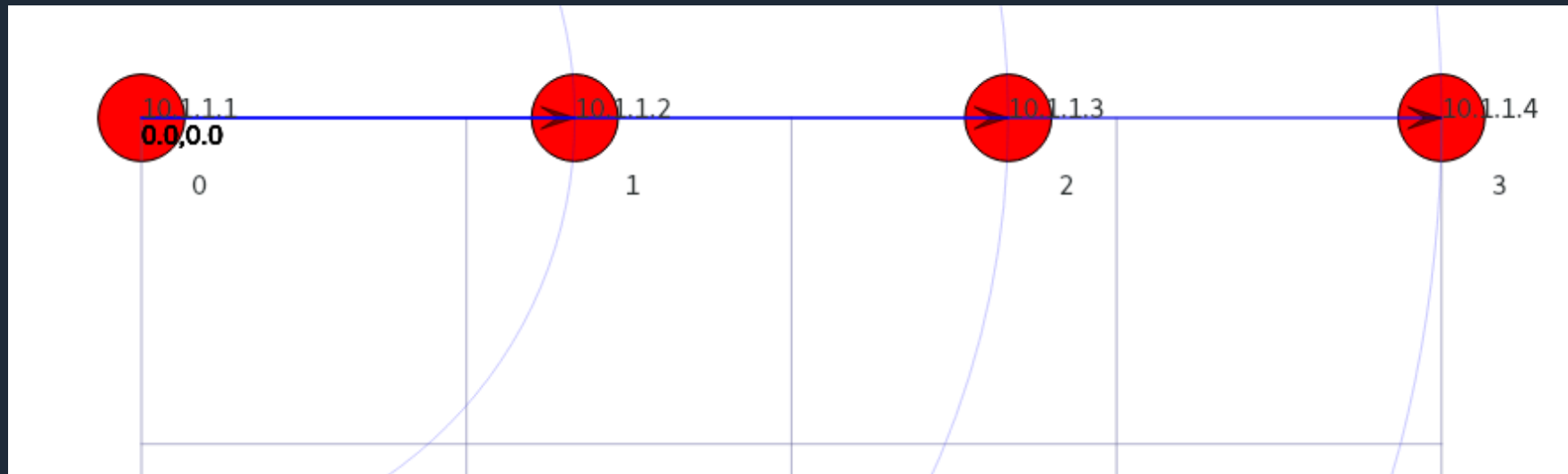
1,1

Top

# 3. Phân tích dữ liệu

Ví dụ dữ liệu với 4 node:

→ Một số client mất toàn bộ gói tin.



```
FlowID: 1 (UDP 10.1.1.2/49153 --> 10.1.1.1/9)
TX bitrate: 4.80 kbit/s
RX bitrate: 4.81 kbit/s
TX Packets: 10
RX Packets: 10
Mean Delay: 1.39 ms
Packet Loss Ratio: 0.00 %
FlowID: 2 (UDP 10.1.1.3/49153 --> 10.1.1.1/9)
TX bitrate: 4.80 kbit/s
RX bitrate: 4.80 kbit/s
TX Packets: 10
RX Packets: 10
Mean Delay: 1.17 ms
Packet Loss Ratio: 0.00 %
FlowID: 3 (UDP 10.1.1.4/49153 --> 10.1.1.1/9)
TX bitrate: 4.80 kbit/s
RX bitrate: None
TX Packets: 10
RX Packets: 0
Mean Delay: None
Packet Loss Ratio: 100.00 %
FlowID: 4 (UDP 10.1.1.1/9 --> 10.1.1.3/49153)
TX bitrate: 4.80 kbit/s
RX bitrate: 4.81 kbit/s
TX Packets: 10
RX Packets: 10
Mean Delay: 0.70 ms
Packet Loss Ratio: 0.00 %
FlowID: 5 (UDP 10.1.1.1/9 --> 10.1.1.2/49153)
TX bitrate: 4.81 kbit/s
RX bitrate: 4.81 kbit/s
TX Packets: 10
RX Packets: 10
Mean Delay: 0.34 ms
Packet Loss Ratio: 0.00 %
Lost Flow Ratio: 20.00% (1/5)
Lost Clients Ratio: 33.33% (1/3)
Lost clients: ['10.1.1.4']
```

# 3. Phân tích dữ liệu

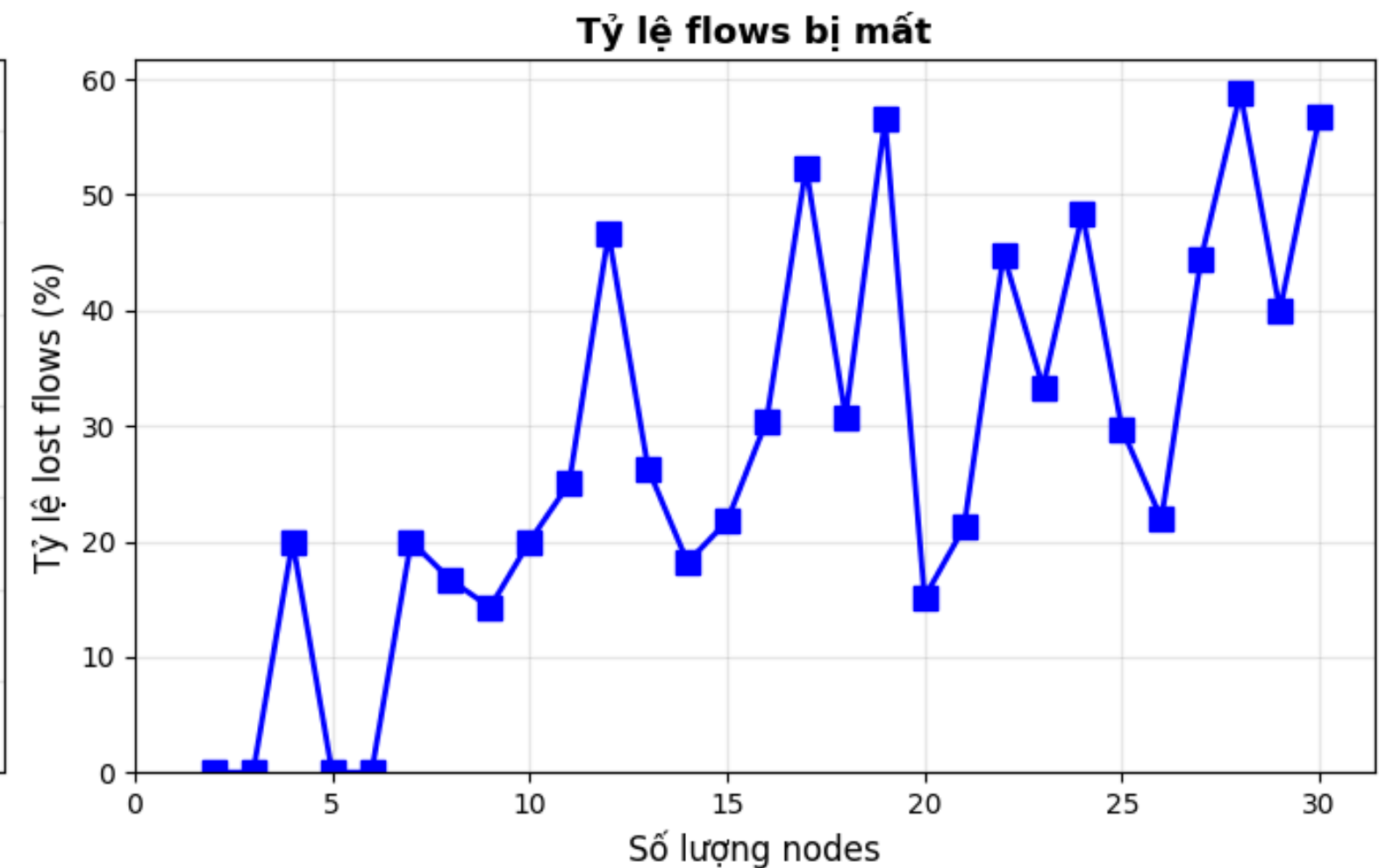
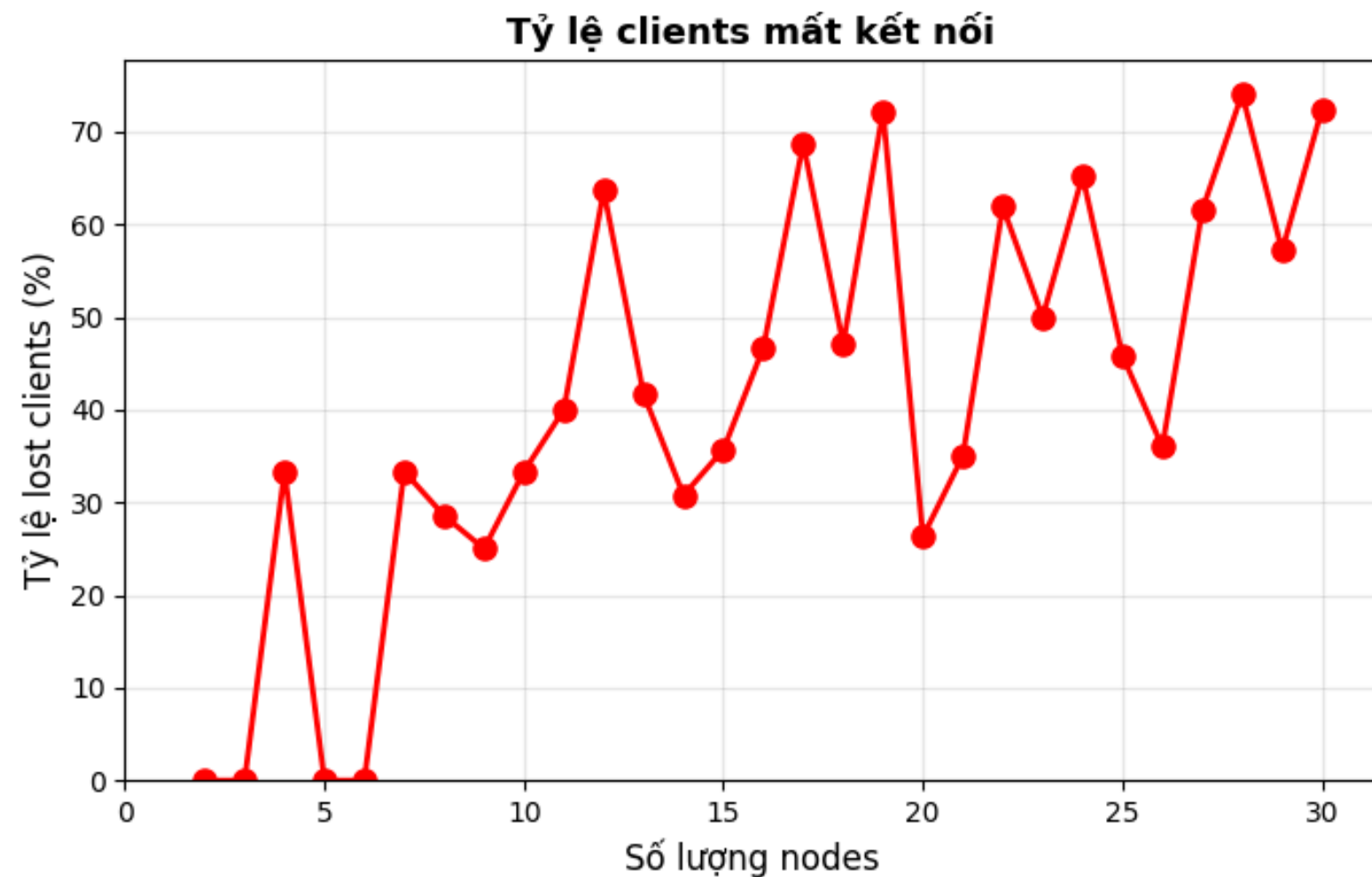
Số liệu tổng hợp tỷ lệ client bị mất gói khi số lượng node từ 2 đến 30

	A	B	C	D	E
1	Nodes	Total Clients	Lost Clients	Lost Client Ratio (%)	Lost Flow Ratio (%)
2	2	1	0	0	0
3	3	2	0	0	0
4	4	3	1	33.33	20
5	5	4	0	0	0
6	6	5	0	0	0
7	7	6	2	33.33	20
8	8	7	2	28.57	16.67
9	9	8	2	25	14.29
10	10	9	3	33.33	20
11	11	10	4	40	25
12	12	11	7	63.64	46.67
13	13	12	5	41.67	26.32
14	14	13	4	30.77	18.18
15	15	14	5	35.71	21.74
16	16	15	7	46.67	30.43
17	17	16	11	68.75	52.38
18	18	17	8	47.06	30.77
19	19	18	13	72.22	56.52
20	20	19	5	26.32	15.15
21	21	20	7	35	21.21
22	22	21	13	61.9	44.83
23	23	22	11	50	33.33
24	24	23	15	65.22	48.39
25	25	24	11	45.83	29.73
26	26	25	9	36	21.95
27	27	26	16	61.54	44.44
28	28	27	20	74.07	58.82
29	29	28	16	57.14	40
30	30	29	21	72.41	56.76

Packetsize = 512 bytes

# 3. Phân tích dữ liệu

Phân tích mạng Ad-hoc



Packetsize = 512 bytes

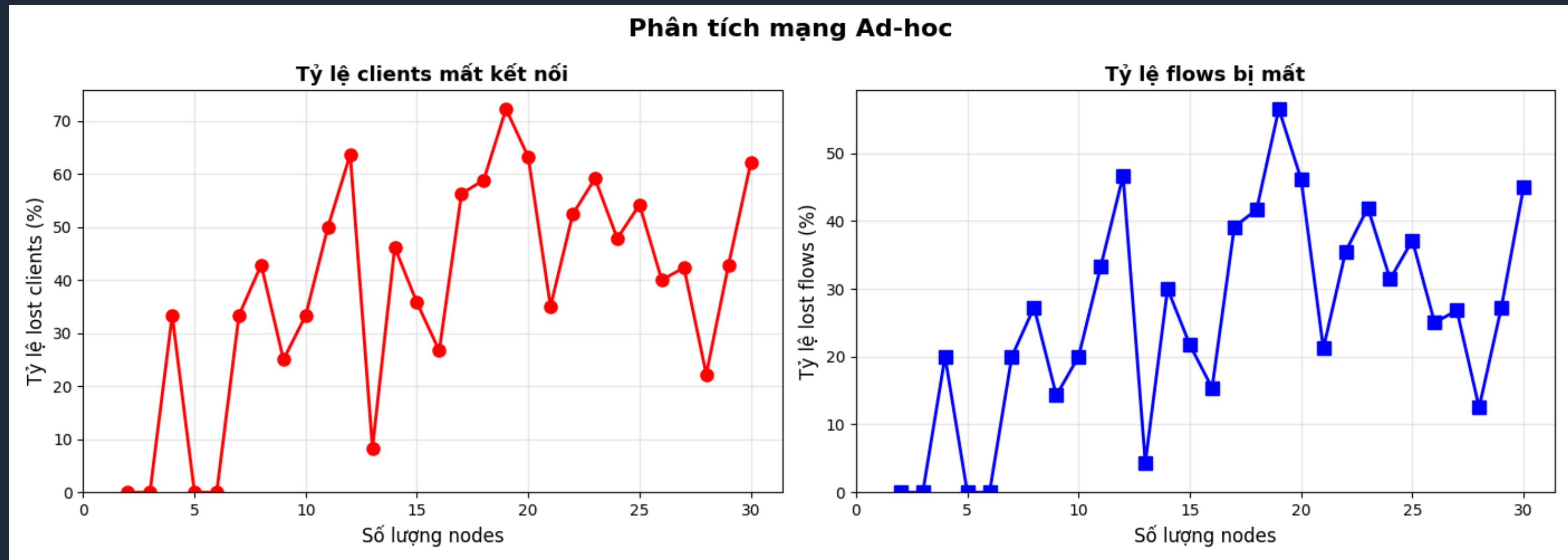
# 3. Phân tích dữ liệu

Số liệu tổng hợp tỷ lệ client bị mất gói khi số lượng node từ 2 đến 30

	A	B	C	D	E
1	Nodes	Total Clients	Lost Clients	Lost Client Ratio (%)	Lost Flow Ratio (%)
2	2	1	0	0	0
3	3	2	0	0	0
4	4	3	1	33.33	20
5	5	4	0	0	0
6	6	5	0	0	0
7	7	6	2	33.33	20
8	8	7	3	42.86	27.27
9	9	8	2	25	14.29
10	10	9	3	33.33	20
11	11	10	5	50	33.33
12	12	11	7	63.64	46.67
13	13	12	1	8.33	4.35
14	14	13	6	46.15	30
15	15	14	5	35.71	21.74
16	16	15	4	26.67	15.38
17	17	16	9	56.25	39.13
18	18	17	10	58.82	41.67
19	19	18	13	72.22	56.52
20	20	19	12	63.16	46.15
21	21	20	7	35	21.21
22	22	21	11	52.38	35.48
23	23	22	13	59.09	41.94
24	24	23	11	47.83	31.43
25	25	24	13	54.17	37.14
26	26	25	10	40	25
27	27	26	11	42.31	26.83
28	28	27	6	22.22	12.5
29	29	28	12	42.86	27.27
30	30	29	18	62.07	45

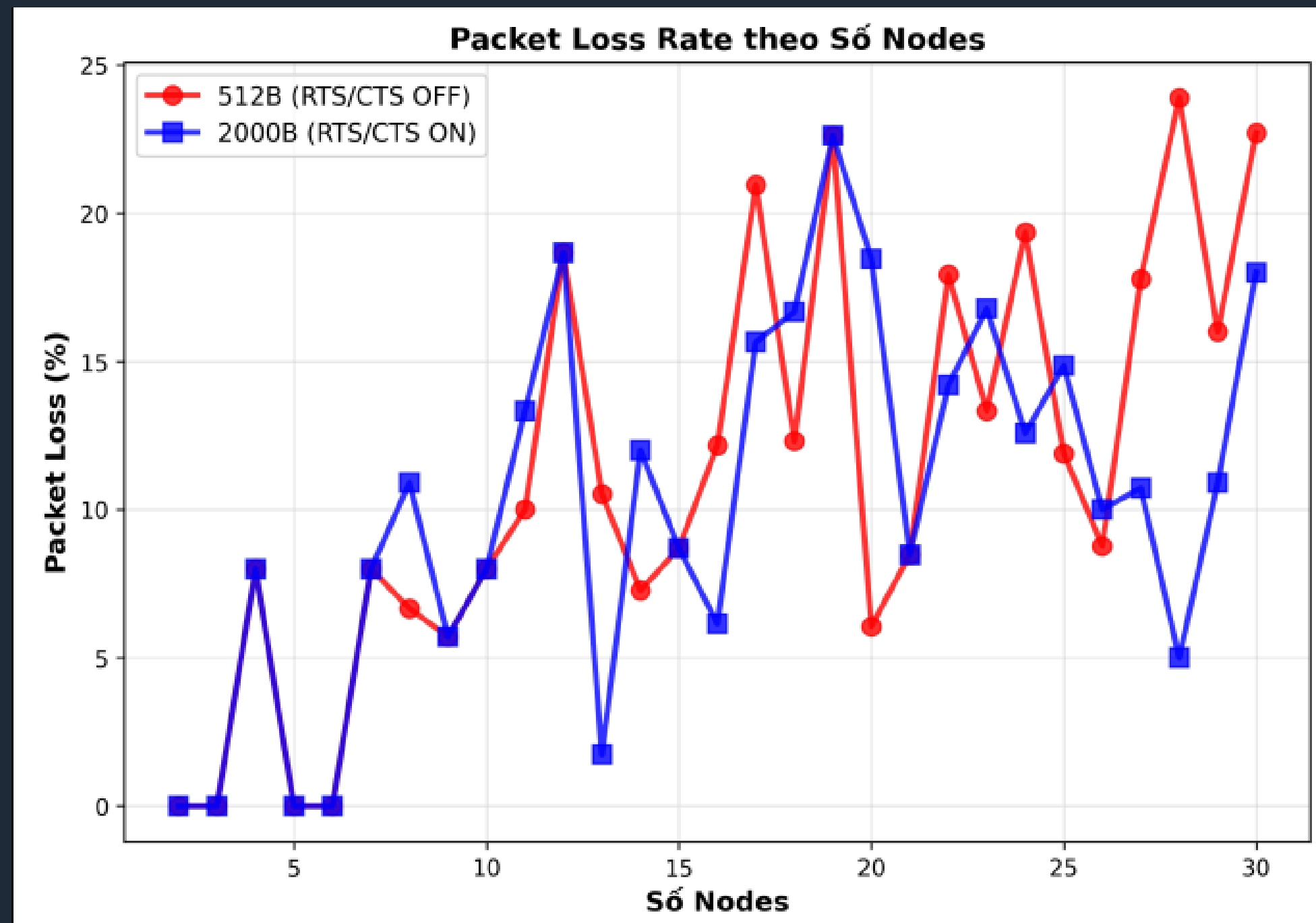
Packetsize = 2000 bytes

# 3. Phân tích dữ liệu



**Packetsize = 2000 bytes**

# 3. Phân tích dữ liệu



Với RTS/CTS DISABLED (packet < 1000B):

- Packet loss tăng cao khi nhiều nodes
- Nhiều clients mất kết nối hoàn toàn
- Collision xảy ra thường xuyên

Với RTS/CTS ENABLED (packet  $\geq$  1000B):

- Packet loss giảm đáng kể
- Ít clients mất kết nối
- Ít collision hơn
- Delay có thể cao hơn (overhead)



# 4. KẾT LUẬN

# 4. Kết Luận

- Trong dự án này, nhóm đã tiến hành mô phỏng và phân tích hiệu năng mạng không dây sử dụng cơ chế CSMA/CA trên ns-3, tập trung vào so sánh hai trường hợp bật và tắt RTS/CTS. Kết quả cho thấy cơ chế RTS/CTS không phải lúc nào cũng mang lại lợi ích, mà phụ thuộc mạnh mẽ vào số lượng node và kích thước gói tin.
- Trong tương lai, mô phỏng có thể được mở rộng theo các hướng:
  - Tăng độ phức tạp mô hình, bổ sung thêm các tình huống như hidden terminal, khoảng cách giữa node, công suất phát, nhiễu nền.
  - So sánh với các chuẩn Wi-Fi mới như 802.11n/ac/ax để đánh giá tác động của RTS/CTS trong môi trường hiện đại.
  - Thử nghiệm thêm nhiều kiểu traffic (TCP, video streaming, VoIP) để quan sát ảnh hưởng của collision lên QoS.

**CẢM ƠN THẦY VÀ CÁC BẠN ĐÃ  
LẮNG NGHE**