

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG**



**BẢN TÓM TẮT BÁO CÁO
Wi-Fi Mesh Module Documentation**

Sinh viên thực hiện

<i>Tên</i>	<i>Lớp</i>	<i>MSSV</i>
1. Nguyễn Tấn Minh	22KTMT1	106220224
2. Phạm Đình Chiến	22KTMT2	106220246

Giảng viên hướng dẫn

Nguyễn Văn Hiếu

Đà Nẵng, 2025.

I. MỤC TIÊU ĐỒ ÁN

Phân tích giới hạn vùng phủ sóng và độ ổn định của giao thức định tuyến HWMP trong mạng Wireless Mesh Network sử dụng NS-3.

II. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ MÔ HÌNH HỆ THỐNG

1. Cơ sở lý thuyết

a. Cơ sở Lý thuyết về Wi-Fi Mesh (802.11s)

Là mạng không dây chuẩn IEEE 802.11s, mỗi nút vừa là thiết bị đầu cuối, vừa định tuyến và chuyển tiếp gói tin.

Đặc trưng chính: Tự tổ chức + tự hồi phục; Multi-hop routing (nhiều nút trung gian); Định tuyến hybrid (HWMP): proactive + reactive; Dễ mở rộng (thêm nút).

b. Kiến trúc Wi-Fi Mesh trong ns-3

- Mesh Point Device: Đại diện 1 nút mạng, làm cầu nối giữa các interface.
- Mesh Wi-Fi MAC (802.11s MAC): forwarding frame, quản lý link, quản lý topology
- Peer Management Protocol (PMP): Thiết lập và duy trì quan hệ "peering" giữa các nút lân cận (Dò nút lân cận → Mở kết nối → Confirm → Duy trì/trao đổi data)
- Path Selection Protocol – HWMP: Proactive (Duy trì cây đường đi từ node đến root) + Reactive (Khám phá đường đi khi cần).
- MeshHelper trong ns-3: một tiện ích hỗ trợ chọn loại MAC, giao thức path selection, tham số PHY

2. Mô hình hệ thống/mạng

- Giao thức định tuyến HWMP + Chuẩn Wi-Fi 802.11a (5 GHz), tốc độ 6 Mb/s
- UDP Echo Client-Server
- Package Size: 1024 byte | Send Time: 0.04s | Simulate Time: 20s
- Phân tích FlowMonitor (delay, loss, jitter, throughput).

3. Các kịch bản mô phỏng

Kịch bản 1: Thay đổi khoảng cách và đánh giá hiệu năng khi số nút là 6.

Kịch bản 2: Thay đổi số nút và đánh giá hiệu năng khi khoảng cách cố định là 50m.

Cả 2 đều sử dụng hàm mô phỏng tái sử dụng (RunScenario) tự động tạo XML file NetAnim và ghi kết quả tổng hợp ra bảng.

III. PHÂN TÍCH KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

1. Các metrics đánh giá

TX/RX(package): số gói gửi/nhận | **Delay(μs)/ Jitter(ms):** Độ trễ/dao động độ trễ

Lost (%): tỉ lệ mất gói | **Thr (kbps):** Throughput thực tế

2. Kết quả

Kịch bản 1:

D	Loss	Delay	Jitter	Thr	Nhận xét
---	------	-------	--------	-----	----------

41-51	0 – 1.75	1.7k – 33k	0.2 – 5.4	207 – 211	Ổn định, chất lượng tốt
48	9.00	40.4 k	7.6	191.9	Link bắt đầu suy giảm
52-53	100	0	0	0	Mất kết nối hoàn toàn

Ngưỡng khoảng cách hoạt động ổn định: $\leq 50 - 51$ m

Khoảng cách tối ưu: 42 – 47 m (loss ≤ 1 %, delay ≈ 2 ms, thr ≈ 210 kbps).

Kịch bản 2:

Nodes	Loss	Delay	Jitter	Thr	Nhận xét
4-7	0-0.25	486-6288	0.2-2.4	~210	Mạng rất ổn định, throughput tối đa
8	30.75	42 380	7.85	146	Nghẽn đường truyền, mất gói cao
9-11	0.5-1.5	3000-5500	0.5-1.6	207-210	Hoạt động ổn định
12	15.25	7 761	3.03	179	Suy giảm do độ trễ mạng cao
13	0.50	2 989	0.60	210	Mạng phục hồi, định tuyến tối ưu
14	15.25	42401	10.35	179	Nút quá nhiều, overhead cao
15	10.00	16432	5.01	189	Suy giảm ổn định mạng

3. Phân tích

Tiêu chuẩn	Yêu cầu	Kết quả	Đánh giá
ITU-T G.114 (Delay)	< 150 ms	≤ 42 ms	✓ Đạt
Cisco (Jitter)	< 30 ms	≤ 10 ms	✓ Đạt
ITU Y.1541 (Loss)	< 3 % (bình thường)	≤ 1 % ở vùng chuẩn	✓ Đạt
3GPP (Throughput)	≥ 90 % tối đa	≈ 100 %	✓ Đạt

IV. KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

Xây dựng mô hình, thu thập dữ liệu/hiệu năng, Chứng minh được hiệu suất chuẩn VoIP và video realtime

Phát triển: Bổ sung chuẩn 802.11e QoS EDCA, mở rộng mô phỏng các yếu tố nhiễu, di động và fading thực tế, phân tích năng lượng tiêu thụ và thời gian học đường đi.