

TÓM TẮT BÁO CÁO

ĐÁNH GIÁ HIỆU SUẤT CSMA TRONG MẠNG ETHERNET DÙNG NS-3

SVTH: Trần Quang Khánh (22KTMT1), Lê Xuân Nam (22KTMT1), Đặng Quang
Lâm (22KTMT2)

1. GIỚI THIỆU:

Carrier Sense Multiple Access (CSMA) là một cơ chế đa truy cập kênh giúp nhiều thiết bị

trên mạng chia sẻ chung môi trường truyền mà không gây xung đột quá mức.

Trong

Ethernet, đặc biệt là dạng half-duplex, CSMA được kết hợp cơ chế phát hiện xung đột

(Collision Detection – CD), tạo thành CSMA/CD.

Trong mô phỏng bằng NS-3, CSMA/CD được tái tạo thông qua CsmaHelper và CsmaNetDevice. Cơ chế này cho phép các node “lắng nghe” kênh, chỉ truyền khi kênh rảnh và dừng ngay khi xung đột xảy ra.

Mục tiêu nghiên cứu:

- Khảo sát hành vi của TCP và UDP khi truyền dữ liệu trên mạng CSMA.
- Đánh giá các chỉ số hiệu suất quan trọng: throughput, PDR, packet loss, tốc độ gửi/nhận.
- So sánh hiệu quả của hai giao thức trong bốn kịch bản:
 - Lý tưởng (tải cân bằng, delay thấp)
 - Độ trễ cao (tăng delay)
 - Tắc nghẽn (tải cao, mạng bận)
 - Cực đoan (tải rất cao + delay rất lớn)

Kết quả nhằm giúp sinh viên hiểu rõ tác động của delay, tải và tranh chấp kênh lên Ethernet sử dụng CSMA.

2. PHƯƠNG PHÁP:

Mô hình mô phỏng bao gồm 5 node được kết nối bằng CsmaChannel. Cấu trúc:

- Node 0: nguồn phát (sender)
- Node 4: nơi nhận (receiver)

- Node 1–3: node gây nhiễu – không gửi dữ liệu nhưng tham gia tranh chấp kênh, làm

mạng trở nên giống Ethernet thật.

Ứng dụng sinh lưu lượng TCP và UDP đều dùng OnOffApplication với tốc độ gửi có thể

thay đổi theo từng kịch bản. FlowMonitor thu thập số lượng gói gửi/nhận, byte gửi/nhận,

thời gian, thông lượng tức thời và tổng hợp.

Các chỉ số phân tích chính:

- Throughput (Mbps): tốc độ dữ liệu hữu ích nhận được tại node đích.
- Packet Delivery Ratio (PDR): tỉ lệ gói nhận thành công.
- Packet Loss: số gói bị mất do tắc nghẽn hoặc xung đột.
- Data Received: tổng dữ liệu nhận theo thời gian, cho thấy khả năng “tải” thực của giao thức.

Phân tích dựa trên đồ thị theo thời gian để quan sát xu hướng hoạt động của CSMA.

3. CÔNG CỤ:

NS-3 đóng vai trò công cụ mô phỏng chính:

- CsmaHelper cấu hình băng thông (100 Mbps), độ trễ (2 μs – 500 μs).
- CsmaNetDevice mô phỏng thiết bị mạng, bao gồm hàng đợi, khoảng chờ IFS, trạng thái kênh.
- FlowMonitor hỗ trợ thống kê, ghi dữ liệu chi tiết vào file CSV.

Python hỗ trợ xử lý dữ liệu sau mô phỏng:

- pandas xử lý file csv, thống kê.
- matplotlib vẽ biểu đồ throughput, PDR, dữ liệu tích lũy.
- numpy hỗ trợ tính toán.

Nhờ Python, nhóm phân tích sâu các xu hướng theo thời gian, không chỉ dựa vào số liệu tổng.

4. KẾT QUẢ CHÍNH (PHÂN TÍCH MỞ RỘNG):

- Trường hợp 1 – Lý tưởng:

Cả TCP và UDP đều hoạt động tối ưu. Không tắc nghẽn, delay nhỏ → throughput ~50 Mbps.

PDR của UDP $\approx 100\%$, TCP $\approx 200\%$ (do có ACK). Đây là môi trường Ethernet lý tưởng, không

có tranh chấp đáng kể. Gói không bị rơi, dữ liệu tăng đều theo thời gian.

- Trường hợp 2 – Delay cao:

Khi tăng độ trễ đường truyền lên $500 \mu s$, TCP bị ảnh hưởng mạnh do mỗi vòng RTT trở nên dài.

Throughput giảm xuống chỉ còn ~ 3.8 Mbps. UDP không điều chỉnh tốc độ gửi nên vẫn đạt ~ 9.4 Mbps

nhưng thất thoát nặng, PDR chỉ $\sim 18\%$. Điều này cho thấy delay là yếu tố làm TCP chậm và làm UDP

mất gói hàng loạt khi không có cơ chế kiểm soát.

- Trường hợp 3 – Tắc nghẽn (appRate = 200 Mbps):

UDP có thể gửi cực nhanh nên đạt throughput ~ 92 Mbps, nhưng mạng không tải nổi \rightarrow PDR chỉ 46%.

TCP nhờ slow start + congestion control nên giữ được PDR $\sim 100\%$, nhưng throughput chỉ ~ 63 Mbps.

Điều này thể hiện rõ triết lý thiết kế:

- TCP chậm nhưng chắc: đảm bảo dữ liệu đến nơi.
- UDP nhanh nhưng rủi ro: mất một nửa số gói.

- Trường hợp 4 – Cực đoan (tải cao + delay cao):

Đây là tình huống xấu nhất, kết hợp cả tắc nghẽn lẫn độ trễ lớn.

- TCP throughput giảm còn 3.8 Mbps nhưng vẫn duy trì PDR $\sim 100\%$.
- UDP throughput cao theo lý thuyết nhưng PDR xuống chỉ còn 4–5% \rightarrow gần như vô dụng.

Điều này chứng minh UDP hoàn toàn không phù hợp khi mạng Ethernet bị kéo căng về tải và độ trễ.

5. KẾT LUẬN:

Kết quả mô phỏng cho thấy rõ đặc trưng của CSMA:

- Khi mạng rảnh và delay thấp: TCP = UDP về hiệu suất.
- Khi delay tăng hoặc mạng tắc nghẽn: TCP vẫn giữ được dữ liệu nhờ cơ chế điều chỉnh,

nhưng throughput giảm.

- UDP duy trì tốc độ lớn nhưng đánh đổi bằng mức mất gói cực cao khi mạng bận.

Những phát hiện quan trọng:

- CSMA nhạy với độ trễ vì kênh cần thời gian để xác định xung đột.

- TCP đảm bảo độ tin cậy tốt nhất, phù hợp khi yêu cầu “data phải đến”.

- UDP phù hợp truyền real-time nhưng cần mạng chất lượng cao.

Tóm lại, mô phỏng bằng NS-3 giúp hiểu sâu cách CSMA vận hành và cho cái nhìn rõ ràng về sự khác biệt

giữa TCP và UDP trong các điều kiện mạng khác nhau.