

**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**

---

**Đào Ngọc Lâm**

**NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH  
TRỄ GÓI IP TRONG MẠNG TRUYỀN TẢI  
THẾ HỆ MỚI**

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT  
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT VIỄN THÔNG**

**Hà Nội - 2014**

**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**

---

**Đào Ngọc Lâm**

**NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH  
TRỄ GÓI IP TRONG MẠNG TRUYỀN TẢI  
THỂ HỆ MỚI**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Viễn thông

Mã số: 62.52.70.05

**LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT  
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT VIỄN THÔNG**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

PGS.TS. LÊ HỮU LẬP

PGS.TS. LÊ NHẬT THĂNG

**Hà Nội - 2013**

## MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT.....	vi
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU .....	ix
DANG MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ .....	x
<b>CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN .....</b>	<b>6</b>
1.1 GIỚI THIỆU.....	6
1.2 TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU.....	6
1.2.1 Hướng nghiên cứu về phương pháp đo và quan trắc trễ gói IP .....	6
1.2.2 Hướng nghiên cứu về phương pháp mô hình hóa các đặc trưng của trễ gói IP .....	8
1.3 PHÁT BIỂU BÀI TOÁN .....	13
1.4 MỤC TIÊU VÀ NHIỆM VỤ NGHIÊN CỨU .....	13
1.5 NỘI DUNG NGHIÊN CỨU .....	14
1.6 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU .....	15
1.7 KẾT QUẢ ĐÓNG GÓP .....	16
1.8 KẾT LUẬN CHƯƠNG 1 .....	17
<b>CHƯƠNG 2 PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH SỐ ĐO TRỄ GÓI IP QUA MẠNG TRUYỀN TẢI NGN .....</b>	<b>18</b>
2.1 GIỚI THIỆU.....	18
2.2 NGN VÀ MẠNG TRUYỀN TẢI NGN.....	18
2.3 TRỄ GÓI IP .....	20
2.3.1 Khái niệm .....	20
2.3.2 Các yếu tố cấu thành trễ gói IP trong mạng truyền tải NGN .....	21
2.3.3 Các yếu tố tác động đến trễ gói IP trong mạng truyền tải NGN .....	22
2.4 MÔ HÌNH TOÁN XÁC ĐỊNH SỐ ĐO TRỄ GÓI IP .....	24
2.4.1 Mô hình toán tổng quát xác định số đo trễ gói IP .....	24
2.4.2 Mô hình toán xác định số đo trễ gói IP có xét đến đồng bộ.....	24
2.5 PHƯƠNG PHÁP VÀ MÔ HÌNH ĐO XÁC ĐỊNH TRỄ GÓI IP .....	28
2.5.1 Phân loại và so sánh các phương pháp đo.....	28
2.5.2 Các nguyên tắc kỹ thuật đo trễ gói IP .....	29
2.5.3 Các mô hình đo trễ gói IP.....	32
2.6 KẾT LUẬN CHƯƠNG 2.....	34
<b>CHƯƠNG 3 PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH PHÂN BỐ TRỄ GÓI IP QUA MẠNG TRUYỀN TẢI NGN .....</b>	<b>35</b>
3.1 GIỚI THIỆU.....	35

3.2	XÁC ĐỊNH PHÂN BỐ TRỄ GÓI IP QUA MẠNG TRUYỀN TẢI NGN BẰNG PHƯƠNG PHÁP ƯỚC LƯỢNG THAM SỐ.....	35
3.2.1	Cơ sở lý thuyết và phương pháp luận .....	36
3.2.2	Thiết lập và lựa chọn mô hình toán ước lượng tham số phân bố....	52
3.2.3	Thiết lập mô hình và điều kiện thực nghiệm đo trễ gói IP qua mạng truyền tải lõi NGN.....	63
3.2.4	Đề xuất chọn mô hình phân bố trễ gói IP đối với lưu lượng Internet qua mạng truyền tải lõi NGN.....	69
3.3	XÁC ĐỊNH PHÂN BỐ TRỄ GÓI IP QUA LIÊN MẠNG TRUYỀN TẢI NGN BẰNG PHƯƠNG PHÁP TỔNG HỢP.....	73
3.3.1	Cơ sở lý thuyết và phương pháp luận .....	74
3.3.2	Xác định phân bố trễ gói IP toàn trình từ thành phần phân bố đều	77
3.3.3	Xác định phân bố trễ gói IP toàn trình từ thành phần phân bố gamma chuyển dịch .....	82
3.3.4	Xác định phân bố trễ gói IP toàn trình từ thành phần phân bố Pareto tổng quát.....	87
3.3.5	Xác định phân bố trễ gói IP toàn trình từ thành phần hỗn hợp các phân bố đều và Parato tổng quát.....	93
3.3.6	Xác định phân bố trễ gói IP toàn trình từ các phân bố thực nghiệm... ..	96
3.4	KẾT LUẬN CHƯƠNG 3.....	96
	<b>CHƯƠNG 4 PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH BIẾN ĐỘNG TRỄ GÓI IP QUA MẠNG TRUYỀN TẢI NGN .....</b>	<b>97</b>
4.1	GIỚI THIỆU.....	98
4.2	CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ PHƯƠNG PHÁP LUẬN XÁC ĐỊNH BIẾN ĐỘNG TRỄ GÓI IP .....	99
4.2.1	Mô hình toán tổng quát xác định biến động trễ gói IP.....	99
4.2.2	Phương pháp ước lượng phân vị của hàm phân bố trễ gói IP .....	102
4.3	XÁC ĐỊNH PHÂN VỊ VÀ BIẾN ĐỘNG TRỄ GÓI IP QUA LIÊN MẠNG TRUYỀN TẢI NGN .....	104
4.3.1	Phương pháp xác định ước lượng phân vị và biến động trễ gói IP.....	105
4.3.2	Phân tích và đánh giá sai số .....	109
4.3.3	Khảo sát sai số của phương pháp theo mức phân vị .....	112
4.4	XÁC ĐỊNH ƯỚC LƯỢNG BIẾN ĐỘNG TRỄ GÓI IP TẠI NÚT MẠNG TRUYỀN TẢI NGN.....	119
4.4.1	Các yếu tố gây biến động trễ đối với gói lưu lượng ưu tiên .....	120

4.4.2	Xác định phân vị phân bố và biến động trễ gói IP qua nút mạng truyền tải NGN.....	121
4.5	KẾT LUẬN CHƯƠNG 4.....	125
	KẾT LUẬN .....	127
	DANH MỤC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU CỦA TÁC GIẢ ...	130
	TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	132
	PHỤ LỤC I: CÁC MÔ HÌNH ĐO TRỄ GÓI IP TRONG MẠNG TRUYỀN TẢI LỖI NGN.....	140
	PHỤ LỤC II: CÁC MÔ HÌNH PHÂN BỐ TRỄ GÓI IP TRONG MẠNG TRUYỀN TẢI LỖI NGN .....	142
	PHỤ LỤC III: MẪU SỐ ĐO TRỄ GÓI IP TRONG MẠNG TRUYỀN TẢI LỖI NGN .....	161

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của chính tác giả thực hiện dưới sự hướng dẫn của PGS.TS Lê Hữu Lập và PGS.TS. Lê Nhật Thăng. Các số liệu và kết quả trình bày trong luận án là trung thực và không được sao chép nguyên văn từ công trình nào khác. Nội dung trích dẫn là trung thực.

Nghiên cứu sinh

Đào Ngọc Lâm

## LỜI CẢM ƠN

Trước hết, nghiên cứu sinh xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới thầy giáo, PGS.TS. Lê Hữu Lập và thầy giáo, PGS.TS. Lê Nhật Thăng đã quan tâm định hướng và giúp đỡ nghiên cứu sinh hoàn thiện luận án.

Nghiên cứu sinh xin gửi lời cảm ơn Ban Lãnh đạo Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, Khoa Quốc tế và Đào tạo Sau Đại học, các thầy cô giáo tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, Trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng và các Trung tâm đào tạo ở trong và ngoài nước đã trang bị kiến thức nền tảng trong suốt quá trình rèn luyện và học tập của nghiên cứu sinh.

Nghiên cứu sinh xin gửi lời cảm ơn Cơ quan nơi nghiên cứu sinh đang công tác – Trung tâm Viễn thông Khu vực 3, Công ty Viễn thông Liên tỉnh, Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam - VNPT, Bộ Thông tin và Truyền thông – đã tạo điều kiện cho nghiên cứu sinh hoàn thành quá trình học tập và nghiên cứu.

Nghiên cứu sinh xin gửi lời cảm ơn các đồng nghiệp, các tác giả nghiên cứu đi trước đã cung cấp cho nghiên cứu sinh những tài liệu tham khảo có giá trị.

Cuối cùng, nghiên cứu sinh xin gửi lời cảm ơn chân thành tới gia đình, bạn bè và người thân đã hỗ trợ và động viên nghiên cứu sinh trong quá trình thực hiện luận án.

## DANH MỤC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

KÝ HIỆU	TÊN ĐẦY ĐỦ	GIẢI THÍCH
$\delta(x)$	Dirac delta function	Hàm xung đơn vị
$\mathcal{L}$	Laplace transform	Biến đổi Laplace
$\mathcal{L}^*$	Laplace–Stieltjes transform	Biến đổi Laplace–Stieltjes
$\mu$	$E(X)$	Giá trị kỳ vọng của biến ngẫu nhiên $X$
$\mu'_n$	$E(X^n)$	Mô-men thô bậc $n$ của biến ngẫu nhiên $X$
$\mu'_n(F)$		Mô-men thô bậc $n$ của hàm phân bố $F$
$\mu_n$	$E[(X - \mu)^n]$	Mô-men trung tâm bậc $n$ của biến ngẫu nhiên $X$
$\mu_n(F)$		Mô-men trung tâm bậc $n$ của phân bố $F$
$m_n$		Mô-men thực nghiệm bậc $n$
$\sigma$	$\sigma_x = \sqrt{E(X - \mu)^2}$	Độ lệch chuẩn của biến ngẫu nhiên $X$
$M/D/n$	Markov/Deterministic/ $n$	Hệ thống $n$ server có quá trình đến Markov và quá trình phục vụ xác định
$E(X)$	Expected Value	Giá trị kỳ vọng của biến ngẫu nhiên $X$
$f(x)$		Hàm mật độ xác suất
$F(x)$		Hàm phân bố xác suất tích lũy
$\Gamma(x)$		Hàm gamma
$P(x)$	Probability	Xác suất xảy ra $x$
$u(t)$	Unit step function	Hàm nhảy bậc đơn vị
$Var(X)$	Variance	Giá trị phương sai của biến ngẫu nhiên $X$
CCDF	Complementary Cumulative Distribution Function	Hàm phân bố tích lũy bù hay còn gọi là phân bố đuôi
CDF	Cumulated Distribution Function	Hàm phân bố xác suất tích lũy

CE	Customer Edge	Thiết bị biên mạng người sử dụng
DiffServ	Differentiated Services	Cơ chế phân biệt dịch vụ
ECDF	Empirical Cumulated Distribution Function	Hàm phân bố tích lũy thực nghiệm
GPS	Global Positioning System	Hệ thống định vị toàn cầu
ICMP	Internet Control Message Protocol	Giao thức truyền bản tin điều khiển Internet
IETF	Internet Engineering Task Force	Tổ chức nghiên cứu tiêu chuẩn kỹ thuật Internet.
IP	Internet Protocol	Giao thức Internet
IPTD	IP Packet Transport Delay	Trễ truyền tải gói IP
IPDV	IP Packet Delay Variation	Biến động trễ gói IP
ITU	International Telecommunications Union	Liên minh Viễn thông quốc tế
ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector	Tiêu chuẩn viễn thông của liên minh Viễn thông quốc tế
MLE	Maximum Likelihood Estimation	Ước lượng khả năng cực đại (giống nhất)
MP	Measurement Point	Điểm đo
MPLS	Multi-Protocol Label Switching	Chuyển mạch nhãn đa giao thức
MTU	Maximum Transmission Unit	Đơn vị truyền tin tối đa
NGN	Next Generation Network	Mạng thế hệ mới
NTP	Network Time Protocol	Giao thức định thời mạng
OWAMP	One-way Active Measurement Protocol	Giao thức đo tích cực một chiều
PE	Provider Edge	Thiết bị biên mạng cung cấp dịch vụ



PMR	Performance Measurement Report	Chức năng báo cáo kết quả đo hiệu năng
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
PDF	Probability Density Function	Hàm mật độ xác suất
VNPT	Vietnam Posts and Telecommunications Group	Tập đoàn Bưu chính Viễn thông Việt Nam
WDM	Wavelength-Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo bước sóng

## DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 3.1 So sánh độ chính xác của các phương pháp ước lượng tham số.....	62
Bảng 3.2 So sánh sai số các phân bố giả thuyết đối với lưu lượng Internet.....	70
Bảng 3.3 So sánh sai số của các mô hình phân bố cạnh tranh .....	72
Bảng 4.1.Hệ số lệch phân bố IPTD và sai số ước lượng IPDV theo phương pháp ánh xạ hàm phân bố.....	112
Bảng 4.2 Dải giá trị mức phân vị phân bố IPTD ứng với các ngưỡng sai số....	118
Bảng PL II.4.1 Các mẫu tham số phân bố gamma chuyển dịch đối với trễ gói IP qua liên mạng truyền tải lõi NGN .....	146
Bảng PL II.5.1 Các mẫu tham số phân bố Pareto tổng quát đối với trễ gói IP qua liên mạng truyền tải lõi NGN.....	151
Bảng PL III.1 Số đo trễ gói IP trên phân đoạn mạng gồm một phần tử mạng..	164
Bảng PL III.2 Số đo trễ gói IP trên 01 phân đoạn mạng giữa nút lõi và biên...165	
Bảng PL III.3 Số đo trễ gói IP trên phân đoạn mạng giữa hai nút lõi.....	166
Bảng PL III.4 Số đo trễ gói IP toàn trình: Mẫu 1.....	167
Bảng PL III.5 Số đo trễ gói IP toàn trình: Mẫu 2.....	168