۹۹۸
۳۰۵ ۲۰
۲ جلدی دارد
هدیه ۱۸

۳۸۲۰۱

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

۱۳۸۰ /۸/ ۱۱

پایان نامه کارشناسی ارشد

مهندسی کامپیوتر- معماری سیستمها

تکنولوژی سوئیچینگ IP و مدلسازی آن

استاد راهنما

دکتر نصرالله مقدم

استاد مشاور

دکتر بیژن طاهری

014955

۲۸۲۰۱

ارائه

محسن هوشمند سروستانی

تابستان ۱۳۸۰

دانشگاه تربیت مدرس

تاییدیه هیات داوران

آقای محسن هوشمند پایان‌نامه ۶ واحدی خود را با عنوان تکنولوژی سوئیچینگ IP و مدلسازی آن در تاریخ ۸۰/۴/۳۰ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان‌نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق باگرایش کامپیوتر پیشنهاد می‌کنند.

اعضای هیات داوران	نام و نام خانوادگی	امضاء
۱ـ استاد راهنمـــا :	آقای دکتر نصراله مقدم	
۲ـ استاد مشـــاور :	آقای دکتر بیژن طاهری	
۳ـ استادان ممتحن :	آقای دکتر یزدیان	
	آقای دکتر پدرام	
۴ـ مدیـــر گـــروه :	آقای دکتر سعید جلیلی	
(یا نمایندهٔ گروه تخصصی)		

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه/رساله مورد تأیید است.

امضای استاد راهنما:

بسمه‌تعالی

آیین‌نامهٔ چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرّس، مبیّن بخشی از فعالیتهای علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

مادّهٔ ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

مادّهٔ ۲ در صفحهٔ سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد/رسالهٔ دکتری نگارنده در رشتهٔ ..... است که در سال ..... در دانشکدهٔ ..... دانشگاه تربیت مدرّس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر ..... ، مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ..... و مشاورهٔ سرکار خانم/جناب آقای دکتر ..... از آن دفاع شده است.»

مادّهٔ ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهداکند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

مادّهٔ ۴ در صورت عدم رعایت مادّهٔ ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ‌شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرّس، تأدیه کند.

مادّهٔ ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در مادّهٔ ۴ را از محلّ توقیف کتابهای عرضه‌شدهٔ نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

مادّهٔ ۶ اینجانب ..... دانشجوی رشته ..... مقطع ..... تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام‌خانوادگی:

تاریخ و امضا:

تقدیم به همه کسانی که به من آموختند

تقدیم به

پدر بزرگوار و استوارم که

اعتماد و سربلندی من است

تقدیم به

مادر صبور و فداکارم که

پشتکار و دلگرمی من است

و

تقدیم به دوست عزیزم مریم

منت خدای را عز وجل که طاعتش موجب
قربت است و به شکر اندرش مزید نعمت

سپاس خدای را که توفیق تحصیل و کشب دانش به من عطا نمود و قطره‌ای از دریای بیکران دانش به من بخشید.

در این لحظه بر خود لازم می‌دانم که از تمامی اساتید ودوستان عزیزی که در طول دوران تحصیل افتخار آشنایی و بهره‌مندی از معلوماتشان را داشته‌ام تشکر وقدردانی نمایم.

از زحمات جناب آقای **دکتر مقدم** که در این مدت با راهنماییهای خود در طول تحقیق و نگارش این پایان نامه و فراهم نمودن امکانات آزمایشگاهی و کتاب‌های مربوطه به من در انجام این تحقیق کمک نموده‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از **پدر، مادر، برادران و خواهرم** که با فراهم نمودن یک محیط گرم خانوادگی به من در طول دوران تحصیل کمک نموده‌اند تشکر می‌کنم.

از همسر عزیزم **مریم** که در تدوین و ارایه این نوشتار از کمک‌های بی‌دریغش برخوردار بوده‌ام سپاسگزارم.

محسن هوشمند سروستانی

تابستان ۱۳۸۰

چکیده

در پاسخ به گسترش روز افزون اینترنت و تقاضای کاربران برای پهنای باند، کیفیت سرویس و خدمات جدید فعالیت‌های مختلفی صورت پذیرفته است. گرچه راه‌حل‌های ارائه شده عموماً دارای اهداف جزئی و حتی کلی متفاوتی بوده‌اند، ولی موضوعی که در همه آنها مشترک به نظر می‌رسد تلاش برای تلفیق فن‌آوری سوئیچینگ و مسیریابی می‌باشد. یکی از راه‌حل‌هائی که در مسیر استاندارد شدن است سوئیچینگ برچسب می‌باشد. مهمترین هدف سوئیچینگ برچسب ترکیب فن‌آوری سوئیچینگ و مسیریابی در یک روش ساده و مقیاس پذیر می‌باشد.

از مهمترین راه‌حل‌های سوئیچینگ برچسب که به صورت عملی نیز پیاده‌سازی شده‌اند می‌توان به ARIS(IBM),Tag switching(Cisco), IP switching (Nokia/ Ipsilon) و MPLS اشاره کرد. در حال حاضر MPLS به عنوان استاندارد سوئیچینگ برچسب در حال توسعه می‌باشد. تمام روش‌های فوق از یک سری مفاهیم و فن‌آوری‌های پایه‌ای مانند مدل داده‌گرا و کنترل‌گرا، روش ترتیبی و مستقل برای ایجاد و تبادل اطلاعات مسیر سوئیچینگ استفاده می‌کنند. در این نوشتار بر آن هستیم که با استفاده از شبیه‌سازی فن‌آوری‌ها و مدل‌های مختلف MPLS، کارائی و راندمان آنها را بدست آورده و مسائل انبوه‌سازی مسیرها را در فلوهای مختلف مورد بررسی قرار دهیم. شبکه مورد استفاده در این شبیه‌سازی شبکه ملی IP می‌باشد و پارامترهای راندمان، تاخیر، جیتر و نرخ تلفات در حالت‌های مختلف اندازه‌گیری و پیشنهاداتی جهت حصول به مقادیر مطلوب ارائه شده است. با توجه به نتایج حاصل از شبیه‌سازی در شبکه ملی IP می‌توان گفت که گرچه هدف اصلی روش‌های سوئیچینگ برچسب افزایش سرعت، پهنای باند و کارائی می‌باشد ولی کاربرد آن در مهندسی ترافیک و قابلیت‌های کنترلی مهمتر بوده و بدون استفاده از مهندسی ترافیک در MPLS نمی‌توان به کارائی مطلوب و مورد نظر رسید.

کلمات کلیدی : سوئیچینگ IP، سوئیچینگ برچسب، سوئیچینگ برچسب چند پروتکلی، کنترل‌گرا، داده‌گرا، مقیدسازی بالادست، مقیدسازی پایین‌دست، مسیریابی، پروتکل توزیع برچسب، ترتیبی، مستقل، فوروارد‌ینگ.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	
مقدمه	۲
۱-۱ گسترش و تکامل اینترنت	۳
۱-۲ سوئیچینگ برچسب	۴
۱-۳ سوئیچینگ برچسب یا مسیریابی متعارف	۵
۱-۴ تاریخچه	۹
۱-۵ نتیجه‌گیری و معرفی فصول آتی	۱۲
فصل دوم:سوئیچینگ در شبکه‌های محلی و گسترده	
مقدمه	۱۵
۲-۱ سوئیچینگ	۱۵
۲-۱-۱ تکنیک‌های فورواردینگ در سوئیچ	۱۶
۲-۱-۲ کنترل مسیر سوئیچینگ	۱۷
۲-۲ سوئیچینگ LAN	۲۰
۲-۲-۱ شبکه‌های مجازی محلی(VLAN)	۲۱
۲-۳ سوئیچینگ WAN	۲۲
۲-۳-۱ Frame Relay	۲۲
۲-۳-۲ ATM	۲۳
خلاصه	۲۶
فصل سوم : سوئیچینگ لایه شبکه و IP	
مقدمه	۲۸
۳-۱ کلاس‌های هم‌ارزی انتقال	۲۹
۳-۲ مولفه فورواردینگ در سوئیچینگ برچسب	۳۱
۳-۲-۱ جدول فورواردینگ در سوئیچینگ برچسب	۳۲
۳-۲-۲ الگوریتم فورواردینگ	۳۲
۳-۳ مولفه کنترل	۳۵
۳-۴ مقیدسازی	۳۶
۳-۵ مسائل گذرا در مسیریابی	۴۲
۳-۶ سوئیچینگ IP	۴۳

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۳-۶-۱ مولفه‌های سوئیچینگ IP	۴۴
۳-۶-۲ مدل‌های آدرس‌دهی سوئیچینگ IP	۴۶
۳-۶-۳ مدل‌های سوئیچینگ IP	۴۷
۳-۶-۴ انواع سوئیچینگ IP	۵۰
خلاصه	۵۲
فصل چهارم: مدل‌های پوششی در سوئیچینگ IP	
مقدمه	۵۴
۴-۱ Classical IP Over ATM	۵۴
۴-۱-۱ مولفه‌های CLIP	۵۴
۴-۱-۲ NHRP	۵۵
۴-۱-۳ چندپخشی	۵۶
۴-۲ LANE	۵۸
۴-۲-۱مولفه‌های LANE	۵۸
۴-۲-۲ اتصالات LANE	۵۹
۴-۳ Multi-Protocol Over ATM	۶۰
۴-۳-۱ مولفه‌های MPOA	۶۲
خلاصه	۶۲
فصل پنجم: مدل‌های همتا در سوئیچینگ IP	
مقدمه	۶۴
۵-۱ IP Switching	۶۵
۵-۱-۱ معماری IP Switching	۶۶
۵-۱-۲ پروتکل IFMP	۷۰
۵-۱-۳ پروتکل GSMP	۷۷
۵-۱-۴ GSMP V2	۸۱
۵-۱-۵ خلاصه	۸۲
۵-۲ Tag Switching	۸۳
۵-۲-۱ معماری Tag Switching	۸۴
۵-۲-۲ پروتکل توزیع برچسب	۸۶

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
۵-۲-۳ سرویس‌های Tag Switching	۸۸
۵-۲-۴ خلاصه	۹۹
۵-۳ Aggregate Route-Based IP Switching	۱۰۰
۵-۳-۱ معماری ARIS	۱۰۱
۵-۳-۲ شناسه خروجی	۱۰۵
۵-۳-۳ پروتکل ARIS	۱۱۰
۵-۳-۴ مسائل حلقه در ARIS	۱۱۳
۵-۳-۵ سرویس‌های ARIS	۱۱۴
۵-۳-۶ خلاصه	۱۲۲
۵-۴ MPLS	۱۲۳
۵-۴-۱ معماری MPLS	۱۲۴
۵-۴-۲ توزیع برچسب	۱۲۵
۵-۴-۳ تشخیص و جلوگیری از حلقه در MPLS	۱۳۱
۵-۴-۴ جایگذاری	۱۳۷
۵-٤-۵ MPLS و ATM	۱۳۸
۵-۴-۶ چندپخشی	۱۴۰
خلاصه	۱۴۴
فصل ششم: آنالیز سوئیچینگ IP	
مقدمه	۱۴۷
۶-۱ آنالیز سوئیچینگ و مسیریابی IP/ATM	۱۴۷
۶-۲ آنالیز ATM Switching	۱۴۸
۶-۳ آنالیز مسیریابی	۱۴۹
۶-۴ آنالیز IP Switching	۱۵۰
۶-۵ ارائه مدل ریاضی سوئیچ IP	۱۵۲
۶-۵-۱ مدل کارایی	۱۵۳
۶-۵-۲ مدل تاخیر	۱۵۴
۶-۶ دسته بند	۱۵۶
خلاصه	۱۶۱

عنوان	صفحه
فصل هفتم: شبیه‌سازی سوئیچینگ برچسب در شبکه ملی IP	
مقدمه	۱۶۳
۷-۱ شبیه‌سازی	۱۶۴
۷-۱-۱ MPLSدر شبیه‌ساز NS	۱۶۴
۷-۱-۲ ساختار شبکه IP ملی	۱۶۶
۷-۱-۳ نحوه شبیه‌سازی	۱۶۹
۷-۲ نتایج شبیه‌سازی	۱۷۵
۷-۳ مهندسی ترافیک و مشکلات شبکه	۱۸۴
خلاصه	۱۸۶
فصل هشتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات	
نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات	۱۸۸
کارهای آتی	۱۸۹
فهرست منابع	۱۹۱
واژه نامه انگلیسی به فارسی	۱۹۵
واژه نامه فارسی به انگلیسی	۱۹۷
واژه نامه انگلیسی به انگیسی (علایم اختصاری)	۱۹۹

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۳-۱مقایسه مدل‌های همتا و رویگذاری	۵۰
جدول ٤-۱ CLIP در مقایسه با LANE	۶۲
جدول ۵-۱ :انواع پیغام‌های مدیریت اتصال	۸۰
جدول ۵-۲ :مقایسه روش‌های سوئیچینگ برچسب از لحاظ معماری	۱۴۵
جدول ۵-۳ :مقایسه ویژگی روش‌های همتا در سوئیچینگ برچسب	۱۴۵
جدول ٦-۱ یکنوایی استفاده از VCبا توجه به X/Y	۱۵۹
جدول ٦-۲ استراتژی تنظیم Xو Y	۱۵۹
جدول۷-۱ توزیع ترافیک در شبکه IP ملی	۱۶۸
جدول ۷-۲ مقایسه TCPوUDP	۱۷۳
جدول ۷-۳ درصدهای ترافیکی در شرایط طبیعی	۱۷۵

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه	
شکل ۱-۱: مدل راه‌حل موردی در گسترش سیستم	۲
شکل۱-۲: مدل راه‌حل جامع در گسترش سیستم	۲
فصل دوم:سوئیچینگ در شبکه‌های محلی و گسترده	
شکل ۲-۱ : سوئیچینگ بر اساس آدرس مقصد	۱۷
شکل ۲-۲ : مسیریابی بر اساس مبدا	۱۷
شکل ۲-۳ : سوئیچینگ بر اساس برچسب	۱۷
شکل ۲-٤ : درخت پوششی	۱۹
شکل ۲-٥ : فورواردینگ به صورت Cut-through	۲۰
شکل ۲-٦ : فورورادینگ به صورت ذخیره وارسال	۲۱
شکل ۲-۷ : LAN های مجازی	۲۱
شکل ۲-۸ : VC و DLCI در Frame Relay	۲۳
شکل ۲-۹ : معماری ATM	۲۴
فصل سوم : سوئیچینگ لایه شبکه و IP	
شکل ۳-۱ :ارایه یک سیستم مسیریابی صحیح	۳۰
شکل ۳-۲ :حمل برچسب در سرآیند shim	۳۱
شکل ۳-۳ :فرمت انتزاعی مدخلها در جدول فورواردینگ	۳۲
شکل ۳-۴ :فورواردینگ در معماری مسیریاب متعارف	۳۴
شکل ۳-۵ :فورواردینگ در معماری سوییچینگ برچسب	۳۴
شکل۳-۶ :پشتیبانی مولفه فورواردینک سوئیچینگ برچسب ازچندین پروتکل لایه ۲و ۳	۳۴
شکل ۳-۷ :مولفه‌های کنترل در مسیریابی متعارف	۳۵
شکل۳-۸ :اجزا قسمت کنترل در سوئیچینگ برچسب	۳۵
شکل ۳-۹ :ساخت جدول فورواردینگ در سوییچینگ برچسب	۳۶
شکل۳-۱۰ :مقیدسازی پایین‌دست	۳۷
شکل۳-۱۱: سوییچینگ برچسب و مسیریابی متعارف	۴۳
شکل ۳-۱۲: سوئیچینگ IP : آدرس‌دهی، مدل‌ها و نوع سوئیچینگ	۴۴
شکل ۳-۱۳: سوییچنگ IP و مفاهیم ورودی و خروجی	۴۵
شکل ۳-۱۴ :مدل رویگذاری	۴۸
شکل ۳-۱۵ : مدل همتا	۴۹
شکل ۳-۱۶:سوییچینگ IP به روش داده‌گرا	۵۱
شکل ۳-۱۷: سوییچینگ IP به روش کنترل‌گر	۵۲

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه

فصل چهارم: مدل‌های پوششی در سوئیچینگ IP

شکل ٤-١ : CLIPبر روی معماری (IP ATM) ۵۴

شکل ٤-٢ :جایگذاری سرآیند (RFC 1483 LLC/SNAP) ۵۵

شکل ٤-٣ :جایگذاری LLC/SNAP و تسهیم سازی VC ۵۵

شکل ٤-٤ : اتصال دو LIS از طریق یک مسیریاب ۵۶

شکل ٤-٥ :روشهای چندپخشی روی ATM ۵۷

شکل ٤-٦ :معماری ATM LANE ۵۸

شکل ٤-٧ :اعضای تشکیل دهنده یک ELAN ۵۹

شکل ٤-٨ :اتصالات داده وکنترل در LANE ۶۰

شکل ٤-٩ :جریانهای MPOA ۶۱

فصل پنجم: مدل‌های همتا در سوئیچینگ IP

شکل ٥-١ :تکامل روش‌های سوییچینگ IP ۶۵

شکل ٥-٢ :(a) راه حل (b ATM) راه حل سوئیچینگ IP ۶۵

شکل ٥-٣ :حذف سطوح کنترلی ATM ۶۷

شکل ٥-٤ :معماری سوییچ IP ۶۸

شکل ٥-٥ :برچسب‌های IFMP برای لینکهای ATM ۷۰

شکل ٥-٦ :فرمت پروتکل‌های IFMP Redirect ۷۲

شکل ٥-٧ :مولفه‌های پیغام Redirect ۷۲

شکل ٥-٨ :شناسه فلوی نوع I در IFMP ۷۲

شکل ٥-٩ :شناسه فلو نوع II در IFMP ۷۳

شکل ٥-١٠ :(a) جایگذاری بسته‌های IP روی VCهای پیش‌فرض ۷۳

شکل ٥-١١ : فشرده‌سازی سرآیند IP V4 ۷۴

شکل ٥-١٢ :حلقه بین سوئیچ‌ها (مسیر چرخشی) در IP switching ۷۶

شکل ٥-١٣ :فرمت پیغام GSMP ۷۸

شکل ٥-١٤ :پیغام مجاورت پروتکل GSMP ۷۹

شکل ٥-١٦ :مدل انتزاعی سوییچGSMP-QOS ۸۱

شکل ٥-١٧ :تعویض برچسب بر اساس Tag ۸۴

شکل ٥-١٨: Tag Shim Header ۸۵

شکل ٥-١٩ :پشته Tag در Tag Switching ۸۶

شکل ٥-٢٠ :فرمت بسته TDP ۸۷

شکل ٥-٢١ : مسیریابی سلسله مراتبی ۹۰

فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۵-۲۲: Tag switching با استفاده از اطلاعات مسیریابی سلسله مراتبی	۹۰
شکل ۵-۲۳ :عناصر TFIB در حوزه میانی A	۹۱
شکل ۵-۲٤: RSVP و Tag switching	۹۴
شکل۵-۲۵ :ایجاد مسیر صریح با استفاده از RSVP	۹۶
شکل ۵-۲٦: ATM-TIB و Tag switching	۹۷
شکل ۵-۲۷: عناصر TFIB	۹۷
شکل ۵-۲۸: میانگذاری سل‌ها	۹۸
شکل ۵-۲۹: ادغام VC	۹۸
شکل ۵-۳۰: فرمت مولفه‌های پشته Tag	۹۹
شکل ۵-۳۱ :عناصر و مولفه‌های تشکیل دهنده ARIS	۱۰۲
شکل ۵-۳۲ :معماری ARIS	۱۰۳
شکل ۵-۳۳ ISR در ARIS	۱۰۴
شکل ۵-۳٤ VCIB	۱۰۵
شکل ۵-۳۵ :مفهوم شناسه خروجی در ARIS	۱۰۶
شکل ۵-۳۶ :شناسه خروجی = مسیریاب OSPF از ISR خروجی	۱۰۷
شکل ۵-۳۷: پشتیبانی ARIS از چندپخشی	۱۰۸
شکل ۵-۳۸ :ساختار پیغام ARIS	۱۱۰
شکل ۵-۳۹ :ساختار هدر مشترک در ARIS	۱۱۱
شکل ۵-٤۰: شیء برچسب	۱۱۲
شکل ۵-٤۱ :مسیریابی صریح در ARIS	۱۱۵
شکل ۵-٤۲: پشتیبانیARIS از تونل زنی در لایه ۲	۱۱۶
شکل ۵-٤۳ :پشتیبانی از ATM در ARIS	۱۱۸
شکل ۵-٤۴: ادغام VP	۱۱۹
شکل ۵-٤۵ :جایگذاری برچسب در ARIS برای LAN	۱۲۰
شکل ۵-٤٦: برچسب‌ها و پیشوند آدرس در BGP	۱۳۰
شکل ۵-٤۷:یک مثال از الگوریتم CT	۱۳۴
شکل ۵-٤۸ :ادغام نخ ها	۱۳۵
شکل ۵-٤۹ :یک مثال از الگوریتم PD	۱۳۶
شکل ۵-۵۰ :فرمت پشته برچسب	۱۳۷
شکل ۵-۵۱ :جایگذاری بسته‌های برچسب‌دار بر روی لینک ATM	۱۳۹
فصل ششم: آنالیز سوئیچینگ IP	
شکل ٦-۱ : استانداردسازی سوئیچینگ IP	۱۴۷