**دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران**

**دانشکده مهندسی کامپیوتر و فنآوری**

**اطلاعات**

**پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر**

# تضمین کیفیت سرویس انتها به انتها با استفاده از بهبود ریزدانگی کلاسهای کیفیت سرویس در شبکه‌های DiffServ و بررسی هزینه‌های آن

**نگارش:**

**سعید اوصالی**

**استاد راهنما:**

**دکتر حسین پدرام**

1387

بسمه تعالي

دانشگاه صنعتي
اميركبير
(پلي‌تكنيك تهران)

# فرم اطلاعات پايان‌نامه
# كارشناسي- ارشد و دكترا

تاريخ:
شماره:

معاونت پژوهشي
فرم پروژه تحصيلات
تكميلي ۷

**مشخصات دانشجو:**

نام و نام خانوادگي: سعيد اوصالی دانشجوي آزاد ● بورسيه ○ معادل ○
شماره دانشجوئي: ۸۴۱۳۱۰۶۱ دانشكده: مهندسی كامپيوتر
رشته تحصيلي: مهندسی كامپيوتر گروه: نرم افزار

**مشخصات استاد راهنما:**

نام و نام خانوادگي: حسين پدرام درجه و رتبه: استاديار

**مشخصات استاد مشاور:**

نام و نام خانوادگي: درجه و رتبه:

**عنوان پايان‌نامه به فارسي :** تضمين كيفيت سرويس انتها به انتها با استفاده از بهبود ريزدانگی كلاسهای كيفيت سرويس در شبكه‌های DiffServ و بررسی هزينه‌های آن

**عنوان پايان‌نامه به انگليسي:**

End-to-end QoS Provisioning via Enhancing QoS Classes Granularity in Diffserv Networks and Cost Evaluation

نوع پروژه: كارشناسي ارشد ●
دكترا ○

كاربردي ○ بنيادي ○ توسعه‌اي ● نظري ○

تاريخ شروع : آبان ۱۳۸۵ تاريخ خاتمه : شهريور ۱۳۸۷ تعداد واحد : ۶
سازمان تأمين كننده اعتبار :

**واژه‌هاي كليدي به فارسي:** دانه بندی كلاسهای كيفيت سرويس، سرويسهای يكپارچه، سرويسهای متمايز

**واژه‌هاي كليدي به انگليسي :** QoS granularity، Intserv، Diffserv، EEAC-SV، MEEAC-SV

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| مشخصات ظاهري | تعداد صفحات ۱۰۰ | تصوير ● نقشه ○ جدول ● نمودار ● واژه‌نامه ● | تعداد مراجع ۲۹ | تعداد صفحات ضمائم ۰ |
| زبان متن | فارسي ○ انگليسي ● | چكيده | فارسي ● انگليسي ● | |
| يادداشت | | | | |

**نظرها و پيشنهادها به منظور بهبود فعاليت‌هاي پژوهشي دانشگاه**

استاد:

دانشجو:

**امضاء استاد راهنما:**
**تاريخ: ۱۳۸۸/۱/۱۵**

۱ : ارائه به معاونت پژوهشي به همراه يك نسخه الكترونيكي از پايان‌نامه و فرم اطلاعات پايان‌نامه بصورت PDF همراه چاپ چكيده (فارسي انگليسي) و فرم اطلاعات پايان‌نامه
۲ : ارائه به كتابخانه دانشكده ( شامل دو جلد پايان نامه به همراه نسخه الكترونيكی فرم در لوح فشرده طبق نمونه اعلام شده در صفحه خانگی كتابخانه مركزی) مركزی

**به نام خدا**

**تعهدنامه اصالت اثر**

**تاریخ:**

اینجانب سعید اوصالی متعهد می‌شوم کـه مطالـب منـدرج در ایـن پایان نامه حاصل کار پژوهشی اینجانب تحت نظـارت و راهنمـایی اسـاتید دانـشگاه صـنعتی امیرکبیر بوده و به دستاوردهای دیگران که در این پژوهش از آنهـا اسـتفاده شـده است مطابق مقررات و روال متعـارف ارجـاع و در فهرسـت منـابع و مآخـذ ذکـر گردیده است. این پایان نامه قبلاً برای احراز هیچ مدرک هم‌سطح یـا بـالاتر ارائـه نگردیده است.

در صورت اثبات تخلف در هر زمـان، مـدرک تحـصیلی صـادر شـده توسـط دانشگاه از درجه اعتبار ساقط بوده و دانشگاه حق پیگیری قانونی خواهد داشت.

کلیه نتایج و حقوق حاصل از این پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی امیرکبیـر می‌باشد. هرگونه استفاده از نتایج علمی و عملی، واگذاری اطلاعات بـه دیگـران یـا چاپ و تکثیر، نسخه‌برداری، ترجمه و اقتباس از این پایان نامه بدون موافقت کتبی دانشگاه صنعتی امیرکبیر ممنوع است. نقل مطالب با ذکر مآخذ بلامانع است.

سعید اوصالی

امضا

با تشکر از استاد گرامی‌ام جناب آقای دکتر پدرام

و

هر آن کس که مرا در این پژوهش یاری کرد

## چکیده

در اینترنت امروزی، IP وسیله‌ای برای ارسال انواع داده‌ها و سرویسها، شامل کاربردهای بلادرنگ و چند رسانه‌ای، مانند صدا، تصویر، و ویدئو می‌باشد. ولی ساختار فعلی IP از کیفیت سرویس پشتیبانی نمی‌کند. برای گسترش مدل سرویس دهی اینترنت، دو مدل برای تضمین کیفیت سرویس ارائه شده است: سرویسهای یکپارچه و سرویسهای متمایز. مدل سرویسهای یکپارچه امکان ایجاد کیفیت سرویس انتها به انتها را به همراه کیفیت سرویس مناسب به ازای هر جریان فراهم می-سازد. مدل سرویسهای یکپارچه به دلیل وجود جریانهای زیاد در روترهای هسته قابلیت گسترش و استفاده در آنها را ندارد. در مدل سرویسهای متمایز، با ترافیک بصورت تجمیعی برخورد می‌شود و امکان فراهم ساختن کیفیت سرویس مناسب به ازای هر جریان وجود نداشته و ممکن است از منابع بصورت مطلوب استفاده نشود.

روش دیگری با نام EEAC-SV، ارائه شده است که از بهبود دانه بندی کلاسهای کیفیت سرویس استفاده می کند. این مدل از EEAC برای تشخیص منابع در دسترس از سرویسهای مختلف در روترها استفاده کرده و به هر جریان اجازه داده می‌دهد که کلاس سرویسهای متفاوتی را در روترهای مختلف انتخاب کند.

هدف از این پروژه، گسترش مدل EEAC-SV با استفاده از مدیریت پهنای باند شبکه و ایجاد مسیرهای چندگانه در آن و امکان انتخاب آنها توسط میزبانها است. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که در روش جدید با نام MEEAC-SV دانه بندی کلاسهای کیفیت سرویس نسبت به مدل EEAC-SV بهبود یافته و از منابع شبکه به صورت مناسبتری استفاده می‌شود.



**کلمات کلیدی**:

دانه بندی کلاسهای کیفیت سرویس (QoS Granularity)، سرویسهای یکپارچه ( Integrated Services)، سرویسهای متمایز (Differentiated Services)، EEAC-SV، MEEAC-SV.

1 مقدمه ..... 1
2. **سرویس‌های متمایز** ..... 8
2-1 معماری سرویس متمایز ..... 9
2-1-1 نودهای مرزی و داخلی دامنه DS ..... 9
2-1-2 نودهای DS ورودی و خروجی ..... 10
2-1-3 توافق سطح سرویس ..... 11
2-1-4 توافق وضعیت ترافیک ..... 12
2-1-5 کلاس بندی و Traffic conditioning ..... 13
الف) کلاس بندها ..... 13
ب) Traffic conditioners ..... 13
- اندازه گیر ..... 14
- علامتگذار ..... 14
- شکل دهنده‌ها ..... 15
- دورریزها ..... 15
ج) محل قرارگیری traffic conditionerها و کلاس بندهای MF ..... 15
- در داخل دامنه مبدا ..... 15
- در مرز دامنه DS ..... 16
- در نودهای میانی DS ..... 17
- در دامنه هایی که از DS پشتیبانی نمی کنند ..... 17
2-1-6 ناحیه سرویس متمایز ..... 17
2-2 Per-Hop Behavior (PHB) ..... 18
3 چهارچوب سرویسهای یکپارچه بر روی سرویسهای متمایز ..... 20
3-1 شبکه مرجع سرویسهای یکپارچه بر روی سرویسهای متمایز ..... 20
3-1-1 میزبانها ..... 22
3-1-2 سیگنالینگ انتها به انتهای RSVP ..... 22
3-1-3 روترهای لبه ..... 22
3-1-4 روترهای مرزی ..... 23
3-1-5 محدوده شبکه سرویسهای متمایز ..... 23
3-1-6 محدوده‌های شبکه‌های غیر سرویس متمایز ..... 24
3-2 نگاشت سرویس ..... 24
3-2-1 نگاشت پیش فرض ..... 25
3-2-2 نگاشت متاثر از شبکه ..... 25
3-2-3 جداسازی ریزجریانها ..... 25
3-3 مدیریت منابع در محدوده‌های سرویسهای متمایز ..... 26

4-3 چگونگی عملکرد سرویسهای یکپارچه بر روی محدوده‌های سرویسهای متمایز ..... 27
3-4-1 محدوده سرویسهای متمایزی که منابع آن بصورت ایستا تخصیص یافته‌اند ..... 27
3-4-2 محدوده سرویسهای متمایز آگاه از RSVP ..... 29
3-4-3 محدوده سرویسهای متمایز آگاه از RSVP که منابع آن بصورت پویا تدارک دیده می‌شوند ..... 32
5-3 تاثیر چهارچوب بر محدوده‌های شبکه سرویسهای متمایز ..... 32
3-5-1 نیازمندیهای محدوده‌های شبکه‌های سرویسهای متمایز ..... 32
3-5-2 محافظت ترافیک سرویسهای یکپارچه از ترافیکهای دیگر ..... 33
4 کارهای مرتبط ..... 35
4-1 سرویسهای یکپارچه بر روی سرویسهای متمایز ..... 35
4-2 EAC ..... 36
4-3 مدل EEAC-SV ..... 38
4-3-1 چهارچوب EEAC و بردار سرویس ..... 39
الف) معماری و نحوه عملکرد EEAC ..... 40
ب) مدل‌های بهینه‌سازی منفعت کاربر ..... 41
ج) مباحثی در مورد مدل بهینه‌سازی منفعت کاربر ..... 43
4-3-2 نحوه پیاده سازی EEAC و بردار سرویس در شبکه سرویسهای متمایز ..... 45
4-3-3 معماری تامین سرویس انتها به انتها ..... 45
الف) پیاده سازیEEAC-SV با استفاده از RSVP ..... 45
ب) نحوه علامتگذاری بسته کاوش ..... 46
ج) الگوریتم علامت گذاری بسته کاوش ..... 48
4-3-4 خصوصیات و مزایای معماری EEAC-SV ..... 52
5 راه‌حل پیشنهادی ..... 55
5-1 گسترش مدل EEAC-SV ..... 56
5-1-1 معماری و نحوه عملکرد MEEAC ..... 56
5-2 چهارچوب ODP ..... 59
5-2-1 معماری ODP ..... 59
5-2-2 نحوه ایجاد مسیرهای جدید ..... 61
5-2-3 روال رزرو مجازی پهنای باند ..... 63
5-2-4 نحوه تعامل با بسته‌های کاوش ..... 64
6 ارزیابی عملکرد و بحث ..... 65
6-1. تاثیر K بر روی عملکرد MEEAC-SV ..... 68
6-2. سربار و پریود کاوش ..... 72
6-3. آزمون 1: بررسی هزینه پرداختی کاربر برای سرویس ..... 77
6-4. آزمون 2: اندازه‌گیری تاخیر انتها به انتها واحتمال رد درخواست ..... 78

6-5. آزمون 3: جریانهایی با نیازمندی کیفیت سرویس ناهمگون ..... 80
7 نتیجه‌گیری و کارهای آینده ..... 84
8 مراجع ..... 86
واژه نامه انگلیسی-فارسی ..... 88

فهرست شکلها

شکل 2-1: اجزای معماری سرویسهای متمایز ..... 10
شکل 2-2: فیلد TOS و فیلد DSCP..... 11
شکل 2-3: دید منطقی از کلاس بند ترافیک و Traffic conditioner ..... 14
شکل 3 – 1: معماری مرجع سرویسهای یکپارچه بر روی سرویسهای متمایز ..... 21
شکل 4-1: درخواست پذیرفته شده در روش EEAC..... 41
شکل 4-2: شبه کد مربوط به پردازش بسته‌های داده یا بسته‌های تاییدیه در روتر ..... 51
شکل 4-3: شبه کد مربوط به پردازش بسته‌های کاوش در روتر ..... 52
شکل 5-1: درخواست پذیرفته شده در روش MEEAC ..... 58
شکل 5 -2: سازماندهی سلسله مراتبی پهنای باند ..... 60
شکل 6-1: توپولوژی استفاده شده برای شبیه‌سازی ..... 66
شکل 6-2: احتمال رد درخواست با Kهای مختلف برای جریان نوع 1 ..... 69
شکل 6-3: احتمال دور ریزی بسته‌ها با Kهای مختلف برای جریان نوع 1 ..... 70
شکل 6-4: میزان utilization لینکهای واقع در مسیر جریان با Kهای مختلف..... 71
شکل 6-5: سربار کاوش برای Tهای مختلف و requested load برابر با 0.1..... 73
شکل 6-6: احتمال دور ریزی بسته‌ها با تغییر T و requested load برابر با 1.0 ..... 75
شکل6-7: تاثیر آستانه‌های مختلف بر میزان رد درخواست جریان نوع 1 ..... 76
شکل 6-8: احتمال دورریزی بسته با تغییر requested load و T=.05s ..... 77
شکل6-9: میانگین هزینه پرداختی کاربر به ازای هر بسته با requested loadهای مختلف ..... 78
شکل 6-10: میانگین تاخیر انتها به انتها برای جریانهای نوع 1 و 2..... 79
شکل 6-11: احتمال رد درخواست برای جریانهای نوع 1 و 2 ..... 80
شکل 6-12: تاخیر انتها به انتها در معماریهای مختلف ..... 82
شکل 6-13: احتمال رد درخواست جریانهای نوع 1 و 2 در معماریهای مختلف..... 83

فهرست جدولها

جدول 4-1: محدوده عملکرد سرویسها در سطوح ازدحام مختلف در روترها..... 50
جدول 5 – 1: جدول VIP..... 63
جدول 5 – 2: جدول trunk..... 63
جدول 6-1: محدوده عملکرد سرویسهای مختلف در سطوح ازدحام متفاوت ..... 66
جدول 6-2: پهنای باند مصرفی ترافیک پس‌زمینه در شبکه ..... 67

# 1 مقدمه

رشد اینترنت از دهه 90 به صورت جهشی بوده است [1]. با گسترش و عمومیت کاربردها و سرویسهای اینترنت، محیطهای شبکه‌ای به سمتی حرکت می‌کنند که در آینده ویژگیهای متفاوتی از اینترنت فعلی خواهد داشت:

- پروتکل IP ،ابزاری برای یکپارچه ساختن سرویسهای دیتا و سرویسهای عمومی مخابراتی خواهد شد. سادگی IP باعث می‌شود که IP وسیله‌ای ارزان و اقتصادی برای ارائه سرویسهای مخابراتی مانند صدا، تصویر و غیره بر روی آن شود.
- دسترسی به سرویسهای اینترنت از شبکه‌های سیمی و ثابت به سمت شبکه‌های بی‌سیم و متحرک نیز گسترش یافته است. در گذشته تنها کامپیوترهای شخصی و نوت بوکها امکان دسترسی به اینترنت را داشتند، ولی هم اکنون PDAها ،تلفنهای متحرک و غیره

نیز به اینترنت دسترسی دارند. همچنین، محل دسترسی به اینترنت به جا و مکانهای خاصی که در آن شبکه ثابت وجود دارد محدود نمی‌شود، بلکه به مکانهایی مانند قطارها، هواپیماها و غیره که زیرساخت شبکه‌های بی‌سیم وجود دارد نیز کشیده شده است.

- لینکهای با سرعت بالا هم در شبکه‌های دسترسی و هم شبکه‌های هسته اینترنت وجود دارد. در ستون فقرات[1] شبکه‌ها، نرخ ارسال لینکها از حدود مگابایت به دهها گیگابایت افزایش یافته است. در شبکه‌های دسترسی، سرعت شبکه‌های اینترنت از 10 مگابیت به 100 مگابیت و بالاتر نیز گسترش یافته است. همچنین، در شبکه‌های دسترسی بی‌سیم، سرعت ارسال داده از 11Mbps به 56Mbps افزایش یافته است. علاوه بر این، مودمهای DSL و کابلی نیز برای امکان دسترسی به اینترنت با سرعتی بالاتر از 1Mbps فراهم شده است.

- کاربردهای جدید شامل کاربردهای چند رسانه‌ای (برای مثال ویدئو کنفرانس) و ارتباطات بلادرنگ مانند؛ Voice over IP مورد استفاده گسترده در اینترنت قرارگرفته-اند. این کاربردها ممکن است منابع بیشتری از شبکه مانند پهنای باند و بافر را نسبت به کاربردهای عادی اینترنت مانند email و جستجو در اینترنت، به خود اختصاص دهند.

برخلاف کاربردهای عادی اینترنت مانند email که نیاز به فراهم ساختن سرویس بهترین تلاش برای آنها وجود دارد، ویژگیهای جدید کاربردها باعث می‌شود که تامین کیفیت سرویس به عنوان یک تقاضا در شبکه اینترنت مطرح شود. کیفیت سرویس به معنی قابلیت یک شبکه در تضمین کارایی یک جریان داده و یا ترافیک شبکه است، که در لایه‌های مختلف با پارامترهای مختلفی اندازه گیری می-شود. در این پژوهش کیفیت سرویس در لایه شبکه مدل مرجع OSI که در آن پارامترهای میانگین تاخیر، واریانس تاخیر، پهنای باند، احتمال دور ریزی بسته و غیره بحث می‌شود، بررسی می‌گردد.

1 backbone

**تامین کیفیت در سرویس اینترنت**

تکنیکهای تامین کیفیت سرویس در لایه شبکه مدل OSI را می‌توان به مکانیزمها و استراتژیهای تضمین کیفیت سرویس در یک نود و نیز، مکانیزمها و استراتژیهایی که سعی بر تضمین کیفیت سرویس به صورت انتها به انتها یا لبه به لبه در شبکه دارند، تقسیم بندی کرد [2]. تکنیکهای تامین کیفیت سرویس در یک نود، شامل تکنیکهای ارسال بسته و مدیریت منابع است. تکنیکهای ارسال سریع که یکی از نیازهای اولیه برای تامین کیفیت سرویس است، برای اطمینان از اینکه پهنای باند کافی در اختیار ترافیک قرار می‌گیرد، بکار می‌روند. همچنین، لینکهای با سرعت بالا نیاز به روترهایی دارند که با نرخ و کارایی بالا کار کنند. بنابراین روترها باید نیازمندیهای زیر را تامین کنند:

- ارسال سریع بسته‌ها بدون بلوکه شدن
- ظرفیت بالا، تا بتوانند حجم زیادی از داده را راه اندازی کنند.

علاوه بر نرخ بالای ارسال، مدلهای تخصیص ومدیریت منابع نیز باید در روترهای با ظرفیت بالا پیاده‌سازی شوند. این امر به این دلیل است که با توجه به افزایش تقاضا که قابل توقف نیست، نمی-توان همواره به صورت نامحدود منابع را افزایش داد. علاوه بر این، به دلیل انفجاری بودن ترافیک اینترنت، از نظر اقتصادی، تامین منابع در حد ماکزیمم نرخ ترافیک قابل قبول نبوده و به صرفه نمی-باشد. بنابراین، مدلهای تخصیص و مدیریت منابع شامل روشهایی برای مدیریت بافر و صف، شکل-دهی ترافیک، سیاست گذاری و زمان بندی و غیره خواهد بود.

همچنانکه مکانیزمهای تامین کیفیت سرویس در نود می‌تواند کیفیت سرویس قابل ارائه توسط شبکه را بهبود ببخشد، ولی از نظر کاربر عملکرد انتها به انتهای کیفیت سرویس دارای اهمیت است. توانایی شبکه در تامین کیفیت سرویس به صورت انتها به انتها، باعث می‌شود که بتوان کیفیت سرویس را بصورت انتها به انتها تضمین کرد. برای تامین این درخواست، نیاز به تکنیکهایی است که بتوانند با جهت‌دهی کیفیت سرویس ارائه شده در نودها کیفیت سرویس انتها به انتها را تامین کند.

بصورت عادی در شبکه‌های IP مکانیزمی برای تضمین کیفیت سرویس انتها به انتها تعبیه نشده است. برای جوابگویی به این نیاز، باید مدلهای سرویس‌دهی جدیدی ارائه شوند که علاوه بر سرویس عادی بهترین سعی، سطوح بهتری از کیفیت سرویس را بصورت انتها به انتها ارائه دهند.

در حال حاضر دو مدل سرویس‌دهی برای تامین کیفیت سرویس انتها به انتها ارائه شده است: مدل سرویسهای یکپارچه [3] و مدل سرویسهای متمایز [4]. مدل سرویسهای یکپارچه منابع لازم را برای هر جریان در شبکه رزرو می‌کند. این مدل کنترل پذیرش و تخصیص منابع را بوسیله پروتکل RSVP [5] انجام می‌دهد. در مدل سرویسهای یکپارچه نیاز به مدیریت تک تک جریانها وجود دارد. از سوی دیگر، مدل سرویسهای متمایز تنها چند سرویس را برای کاربران خود مهیا می‌سازد. در این مدل جریانهای ترافیکی در مرز شبکه کلاس‌بندی شده و در داخل شبکه با آنها به صورت تجمیعی رفتار می‌شود

مدل سرویسهای یکپارچه امکان ایجاد کیفیت سرویس انتها به انتها را به ازای هر جریان داده ای فراهم می سازد. این مدل لازم است که برای هر جریان منابع و سرویس های لازم تخصیص داده شود. این امر باعث می شود که سرویسهای یکپارچه به دلیل وجود جریان های زیاد در روترهای هسته قابلیت گسترش و استفاده در آنها را نداشته باشد. مدل سرویسهای متمایز طراحی روترهای هسته سرعت بالا را بوسیله تجمیع جریانهای داده‌ای در روترهای مرزی و اختصاص تنها چند سرویس برای جریانها تجمیع شده در روترهای هسته آسانتر می‌سازد. ولی با استفاده از این روش، مشکل است که بتوان نیازمندیهای کیفیت سرویس هر جریان را در روترهای هسته تشخیص داده و مکانیسمهای تخصیص منابع لازم را برای هر جریان مشخص نمود.

علاوه بر معماری مدلهای سرویس‌دهی، تامین کیفیت سرویس انتها به انتها شامل الگوهایی برای سیاست‌گذاری و مدیریت نیز می‌باشد. این الگوها ممکن است شامل مکانیزم کنترل پذیرش و مکانیزم مسیریابی براساس کیفیت سرویس، مکانیزم قیمت گذاری بر اساس کیفیت سرویس و مکانیزمهای دیگر باشد.

**مقیاس پذیری و دانه بندی در تامین کیفیت سرویس**

با افزایش نرخ داده‌ای که در شبکه‌های هسته و دسترسی می‌توان پشتیبانی کرد، تکنیکهای تامین کیفیت سرویس در یک نود و تکنیکهای تامین کیفیت سرویس انتها به انتها با مساله Trade –off بین دانه بندی کلاسهای کیفیت سرویس و مقیاس پذیری روش مواجه می‌شوند. به دلیل اینکه دانه بندی مناسب کلاسهای کیفیت سرویس باعث تخصیص عادلانه منابع، استفاده مناسب از منابع و پایداری

سرویس می‌شود، هم از طرف کاربران و هم شبکه مورد توجه است. با اینحال، معماریهای مقیاس پذیر کیفیت سرویس ممکن است دانه بندی مناسبی را برای کلاسهای کیفیت سرویس فراهم نسازند. همچنین، راه‌حلهایی که برای تامین دانه بندی مناسب ارائه می‌شود یا از نظر مقیاس‌پذیری مشکل دارند و یا اینکه از نظر پیچیدگی مناسب نبوده و قابل پیاده سازی نیستند. برای مثال، الگوریتم GPS[1] و نسخه مبتنی بر بسته آن PGPS[2] تکنیکهای ایده الی برای یک نود برای تضمین تخصیص پهنای باند و تامین حد تاخیر برای هر جریان داده هستند، به این معنی که می‌توانند بهترین دانه بندی کلاسهای کیفیت سرویس را از نظر پهنای باند فراهم سازند. با این حال، این دو نیازمند صف بندی و زمان بندی بسته‌ها به ازای هر جریان هستند. با در نظر گرفتن نرخ داده بالا و مقدار بسیار زیاد جریان داده در شبکه‌های هسته، امکان پیاده‌سازی زمانبند PGPS در روترها وجود ندارد. پس می‌توان دید که بین فراهم ساختن دانه بندی مناسب کلاسهای کیفیت سرویس و مقیاس پذیری trade-off وجود دارد. پیاده‌سازی الگوریتمهای زمانبندی با دانه بندی نامناسب کلاسهای کیفیت سرویس باعث افت کیفیت تضمین پهنای باند و تاخیر خواهد شد و تاثیر منفی در تخصیص عادلانه پهنای باند و پایداری سرویس خواهد شد. زیرا ممکن است جریانهای با رفتار قابل قبول توسط جریانهای با رفتار بد متاثر شوند.

در بین الگوهای تامین کیفیت سرویس انتها به انتها نیز مشکل مشابهی وجود دارد. برای مثال در مدل سرویسهای یکپارچه نیاز به رزرو پهنای باند به ازای هر جریان به صورت انتها به انتها وجود دارد تا کیفیت سرویس جریان تضمین شود. با این حال، بدلیل انجام مدیریت منابع به ازای هر جریان، مدل سرویسهای یکپارچه از مشکل مقیاس‌پذیری رنج می‌برد. زیرا هر روتر باید اطلاعات حالت هر جریان را برای تضمین کیفیت سرویس آن نگهداری کند. از سوی دیگر مدل سرویسهای متمایز راه حل مقیاس‌پذیری است که در آن جریانهای منفرد در لبه شبکه تجمیع شده و متناسب با کلاس سرویس مشخص شده در جریان به آنها به صورت تجمیعی سرویس داده می‌شود.

به دلیل اینکه تعداد کلاسهای سرویس نسبت به تعداد جریانها قابل چشم پوشی است، جریانهای منفرد در روترهای هسته قابل تشخیص نخواهند بود و این روترها فقط تعداد کمی از سرویسها را می‌شناسند. پس در مدل سرویسهای متمایز دانه بندی مناسب کیفیت سرویس به ازای هر

1 Generalized Processor Sharing
2 Packet-by-packet Generalized Processor Sharing

جریان پشتیبانی نمی‌شود. جریانهای با کلاس سرویس یکسان، کیفیت سرویس انتها به انتهای یکسانی را دریافت خواهند کرد، گرچه ممکن است نیازمندی کیفیت سرویس متفاوتی داشته باشند. بنابراین، در این مدل میزان استفاده از شبکه ممکن است به دلیل اینکه امکان بدست آوردن سرویس بهتر نسبت به سرویس خواسته شده توسط جریان وجود دارد، کاهش یابد. با اینحال، در قسمت کاربر نیز ممکن است اگر از مدل قیمت گذاری بر اساس سرویس استفاده شود.

همچنانکه اشاره شد، اگر دانه بندی کلاسهای کیفیت سرویس مناسب نباشد، باعث متضرر شدن کاربر و فراهم کننده سرویس می‌شود. در مقاله [6] معماری با نام EEAC-SV برای ایجاد دانه بندی مناسب کلاسهای کیفیت سرویس در شبکه‌های مبتنی بر سرویسهای متمایز، به منظور تامین نیاز کاربر به صورتی که منافع کاربر و شبکه در حد ممکن تامین شود ارائه شده است. در این راه‌حل برای برطرف ساختن مساله مقیاس پذیری میزبانها در عمل کنترل پذیرش مشارکت می‌کنند به این معنی که ساختار شبکه سرویسهای متمایز از نظر تعداد کلاسهای سرویس و نگهداری حالت جریانها تغییر نمی‌کند، بلکه تنها چند وظیفه کوچک به آنها واگذار می‌شود. همچنین، برای تامین دانه بندی بهتر نسبت به مدل سرویسهای متمایز به جریانها اجازه داده می‌شود سرویسهای مختلف را در روترهای متفاوت انتخاب کنند. برای اینکار، میزبانها به صورت متناوب وضعیت سرویسهای شبکه را با کاوش شبکه بدست آورده و از طریق آن ترکیبی از سرویسهای مختلف را طوری انتخاب می‌کنند که نیازمندی کیفیت سرویس جریانها تامین شود.

در این پایان نامه معماری با نام MEEAC-SV[1] مطرح می‌شود که دانه بندی کلاسهای کیفیت سرویس را با استفاده از ایجاد مسیرهای جدید در شبکه و امکان انتخاب آنها توسط میزبانهای انتهایی، نسبت به مدل EEAC-SV، افزایش می‌دهد. برای فراهم ساختن مسیرهای جدید در شبکه، مدلی به نام ODP[2] مطرح می‌شود که وظیفه آن رزروسازی مجازی پهنای باند برای جریانها و نگهداری اطلاعات میزان پهنای باند مصرف شده روی لینکها براساس روتر مرزی شبکه و کلاس سرویس بوده، و در صورت نیاز، هنگام ازدحام براساس پارامتر آستانه‌ای که برای ازدحام در یک کلاس سرویس تعریف شده است، مسیر جدیدی را در شبکه فراهم می‌سازد. از طرف دیگر، برای ایجاد

1 Multipath Explicit Endpoint Admission Control
2 On-Demand Path

توانایی تعامل میزبانها با این مدل و انتخاب مسیر مناسب برای ارسال داده جریانها، مدل EEAC-SV از نظر نحوه انجام کنترل پذیرش گسترش داده می‌شود. باید توجه داشت که در معماری مد نظر، وظیفه‌مندیهای مطرح شده در مدل EEAC-SV، در روترهای شبکه و میزبانها برقرار بوده و گسترشهای لازم شامل تغییراتی در آنها خواهد بود.

شبیه‌سازیهای انجام شده در مورد MEEAC-SV و EEAC-SV نشان می‌دهد که رفتار هر دو مدل از نظر تاخیر و احتمال دور ریزی بسته‌ها و احتمال رد درخواست پذیرش جریانها، تا وقتی که بار شبکه کم بوده و مسیر جدیدی توسط MEEAC-SV ایجاد نشده است، یکسان است. ولی وقتی باز شبکه زیاد باشد در مدل MEEAC-SV مسیرهای جدیدی ایجاد شده و باعث می‌شود شبکه بتواند ترافیک بیشتری را جذب کند. همچنین، در این مدل جریانهای با کیفیت سرویس قابل انعطاف از مسیرهای با طول بیشتر عبور می‌کنند. یعنی مسیرهایی را برمی‌گزینند که عملکرد آن به نیازمندی کیفیت سرویس جریان نزدیکتر باشد. به این معنی که دانه بندی کلاسهای کیفیت سرویس افزایش پیدا می‌کند.

در فصل 2 پایان نامه در مورد معماری سرویسهای متمایز که مدل ارائه شده بر آن بنا شده است توضیح داده می‌شود. در فصل 3 در مورد معماری سرویسهای یکپارچه بر روی سرویسهای متمایز که برای مقایسه در مورد افزایش دانه بندی با مدلهای EEAC-SV و MEEAC-SV انتخاب شده است صحبت می‌شود. فصل 4 شامل مروری بر روشهایی است که به نوعی با دانه بندی کلاسهای سرویس در ارتباط هستند. در فصل 5 معماری MEEAC-SV تشریح می‌شود و در فصل 6 مدل اراده شده با مدلهای دیگر مقایسه می‌شود. در نهایت در فصل 7 نیز به بیان نتیجه‌گیری و کارهای آتی مرتبط با این پایان نامه پرداخته می‌شود.

## 2 سرویس‌های متمایز

استفاده‌های تجاری از اینترنت، علاوه بر نیاز به افزایش پهنای باند باعث شده است که نیازهای جدیدی در زمینه افزایش کیفیت سرویس مطرح شود. بنابراین ISPها علاوه بر افزایش سرعت، باید کیفیت سرویس را هم در نظر بگیرند. سرویس متمایز (DiffServ یا DS)، روشی است که به سرویس دهندگان شبکه اجازه می‌دهد، بتوانند سطوح مختلفی از کیفیت سرویس را برای مشتریهای مختلف فراهم کنند.

طبق این مدل، ترافیک شبکه در ورودی شبکه کلاس بندی شده و به یک کلاس خاص تعلق می-گیرد. هر یک از این کلاس‌ها دارای یک کد DS هستند. کدهای مختلف DS مشخص می‌کنند که با هر بسته چگونه باید رفتار شود. هر نوع از این رفتارها که برای هر یک از کدهای DS فراهم می‌شود، PHB[1] نامیده می‌شود. در هسته‌ی شبکه، بسته‌ها طبق PHB مربوط ارسال می‌شوند. PHB لازم برای بسته در

1 Per-Hop Behavior

DSCP[1] در سرآیند IP هر بسته موجود است. DSCP به وسیله مشتری یا روترهای مرزی در ورودی شبکه سرویسهای متمایز تعیین می‌شود [7].

مزیت معماری DS این است که جریانهای زیاد ترافیک به یک یا تعداد کمی مجموعه رفتار[2] (BA) که هر یک PHB خاص خود را دارند نگاشته می‌شوند که هم پردازش آسانتر می‌شود و هم فضای ذخیره اطلاعات کوچکتر می‌شود.

**۲-۱ معماری سرویس متمایز**

معماری سرویس متمایز شبکه را به چندین دامنه DS تقسیم می‌کند. دامنه DS شامل مجموعه‌ای پیوسته از نودهای DS است که تحت یک سیاست ارائه سرویس و گروهی از PHBهای پیاده سازی شده در هر نود، کار می‌کنند. دامنه DS دارای مرزبندی مشخصی است که شامل نودهای مرزی برای کلاس-بندی و بررسی ترافیک ورودی برای اطمینان از علامت‌گذاری مناسب آنها در داخل شبکه و انتخاب یک PHB از گروه PHBهای پشتیبانی شده در داخل دامنه می‌باشد. نودهای قرار گرفته در داخل دامنه DS نحوه ارسال بسته‌ها را براساس کد DS آنها انتخاب می‌کنند. این انتخاب با استفاده از نگاشت توصیه شده یا نگاشت تعیین شده بصورت محلی، انجام می‌شود [8] [9].

یک دامنه DS بصورت نرمال شامل یک یا چند شبکه است که تحت یک مدیر اداره می‌شوند.

۲-۱-۱ نودهای مرزی و داخلی دامنه DS

یک دامنه DS شامل نودهای مرزی و نودهای داخلی می‌باشد. نودهای مرزی DS، دامنه DS را به دیگر دامنه‌ها که ممکن است از DS پشتیبانی کرده و یا پشتیبانی نکنند، وصل می کنند. در حالیکه نودهای داخلی DS فقط به دیگر نودهای داخلی و یا مرزی همان دامنه DS متصل هستند.

نودهای مرزی و داخلی DS، باید توانایی اعمال PHBی مناسب را به بسته‌ها براساس کد DSCP داشته باشند. علاوه بر این، ممکن است نودهای DS لازم باشد توابع مربوط به conditioning ترافیک را که بوسیله TCA تعریف شده است، در بین دامنه خود و دامنه‌هایی که به آن متصل هستند، اعمال کنند.

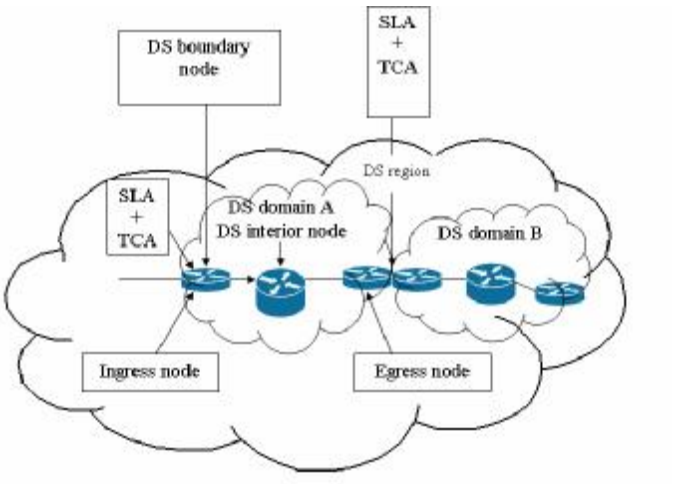
1 DiffServ Code Point
2 Behavior Aggregate

نودهای داخلی ممکن است توانایی انجام محدود conditioning ترافیک، مانند علامتگذاری مجدد کد DS را، داشته باشند.

۲-۱-۲ نودهای DS ورودی و خروجی

نودهای مرزی DS هم بعنوان نود ورودی و هم بعنوان نود خروجی دامنه DS برای ترافیک در جهت‌های مختلف عمل می‌کنند. ترافیک از طریق نود ورودی وارد شبکه DS شده و از طریق نود خروجی از شبکه خارج می‌شود. نود ورودی DS وظیفه اطمینان از تطابق ترافیک ورودی با TCAی مقرر بین شبکه خود با دامنه دیگری که به آن متصل است را برعهده دارد. نود خروجی DS ممکن است اعمال مربوط به conditioning ترافیک را بر روی ترافیکی که به دامنه مجاور ارسال می‌شود، انجام دهد (وابسته به TCAی بسته شده بین دو شبکه). باید توجه داشت که یک نود مرزی DS ممکن است برای بعضی از اینترفیس‌ها، بعنوان یک نود داخلی عمل کند.

شکل 2-1 اجزای اصلی معماری سرویسهای متمایز را نشان می‌دهد. بر اساس مسیر جریان ترافیک، گره‌های مرزی می‌توانند گره‌های ورودی یا خروجی باشند. ترافیک بوسیله گره ورودی وارد ابر DS شده و از طریق گره خروجی از آن خارج می‌شود.




شکل 2-1: اجزای معماری سرویسهای متمایز