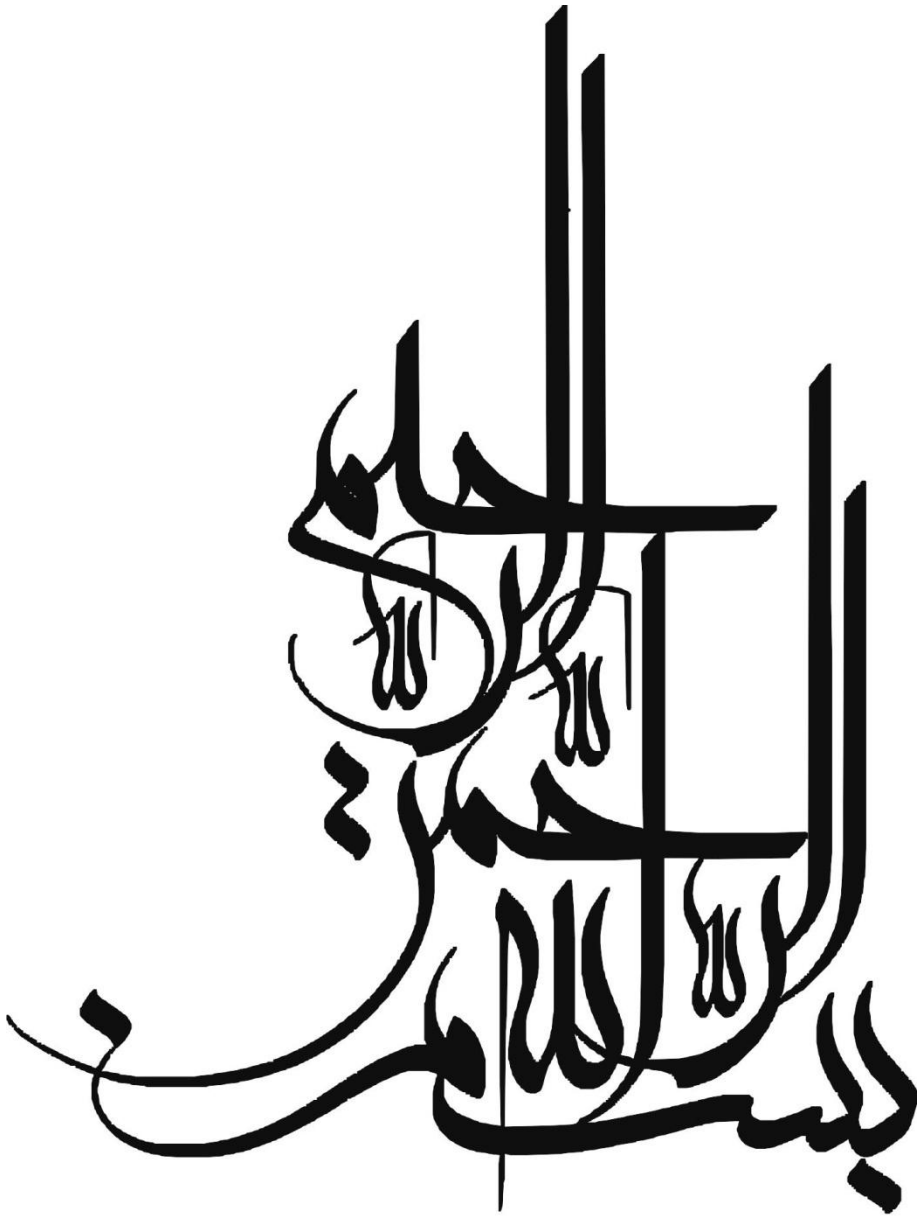

بسم الله الرحمن الرحيم

تعهدنامه‌ی اصالت اثر و رعایت حقوق دانشگاه

تمامی حقوق مادّی و معنوی مترتب بر نتایج، ابتکارات، اختراعات و نوآوری‌هایِ ناشی از انجام این پژوهش، متعلق به **دانشگاه محقق اردبیلی** می‌باشد. نقل مطلب از این اثر، با رعایت مقرّرات مربوطه و با ذکر نام دانشگاه محقق اردبیلی، نام استاد راهنما و دانشجو بلامانع است.

اینجانب سمیرا حامد دانش‌آموخته‌ی مقطع کارشناسی ارشد رشته‌ی مهندسی کامپیوتر گرایش معماری کامپیوتر دانشکده‌ی فنی و مهندسی دانشگاه محقق اردبیلی به شماره‌ی دانشجویی ۹۰۴۴۳۷۳۱۰۲ که در تاریخ ۱۳۹۲/۱۲/۷ از پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود تحت عنوان استفاده از مدل های کارایی برای بهبود عملکرد الگوریتم RED دفاع نموده‌ام، متعهد می‌شوم که:

۱) این پایان‌نامه را قبلاً برای دریافت هیچ‌گونه مدرک تحصیلی یا به عنوان هرگونه فعالیت پژوهشی در سایر دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزشی و پژوهشی داخل و خارج از کشور ارائه ننموده‌ام.
۲) مسئولیت صحّت و سقم تمامی مندرجات پایان‌نامه‌ی تحصیلی خود را بر عهده می‌گیرم.
۳) این پایان‌نامه، حاصل پژوهش انجام شده توسط اینجانب می‌باشد.
۴) در مواردی که از دستاوردهای علمی و پژوهشی دیگران استفاده نموده‌ام، مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه و با رعایت اصل امانت‌داری علمی، نام منبع مورد استفاده و سایر مشخصات آن را در متن و فهرست منابع و مآخذ ذکر نموده‌ام.
۵) چنانچه بعد از فراغت از تحصیل، قصد استفاده یا هر گونه بهره‌برداری اعم از نشر کتاب، ثبت اختراع و ... از این پایان‌نامه را داشته باشم، از حوزه‌ی معاونت پژوهشی و فنّاوری دانشگاه محقق اردبیلی، مجوزهای لازم را اخذ نمایم.
۶) در صورت ارائه‌ی مقاله‌ی مستخرج از این پایان‌نامه در همایش‌ها، کنفرانس‌ها، سمینارها، گردهمایی‌ها و انواع مجلات، نام دانشگاه محقق اردبیلی را در کنار نام نویسندگان (دانشجو و اساتید راهنما و مشاور) ذکر نمایم.
۷) چنانچه در هر مقطع زمانی، خلاف موارد فوق ثابت شود، عواقب ناشی از آن (منجمله ابطال مدرک تحصیلی، طرح شکایت توسط دانشگاه و ...) را می‌پذیرم و دانشگاه محقق اردبیلی را مجاز می‌دانم با اینجانب مطابق ضوابط و مقرّرات مربوطه رفتار نماید.

نام و نام خانوادگی دانشجو: سمیرا حامد

امضا

تاریخ

دانشکده‌ی فنی و مهندسی

گروه آموزشی مهندسی کامپیوتر

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی کامپیوتر گرایش معماری کامپیوتر

عنوان:

استفاده از مدل های کارایی برای بهبود عملکرد الگوریتم RED

استاد راهنما:

دکتر شهرام جمالی

استاد مشاور:

دکتر مرتضی آنالویی

پژوهشگر:

سمیرا حامد

اسفند - ۱۳۹۲

دانشکده‌ی فنی و مهندسی

گروه آموزشی مهندسی کامپیوتر

پایان‌نامه برای دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در رشته‌ی مهندسی کامپیوتر گرایش معماری کامپیوتر

عنوان:

استفاده از مدل های کارایی برای بهبود عملکرد الگوریتم RED

پژوهشگر:

سمیرا حامد

ارزیابی و تصویب شده‌ی کمیته‌ی داوران پایان‌نامه با درجه‌ی عالی

نام و نام خانوادگی	مرتبه‌ی علمی	سمت	امضاء
دکتر شهرام جمالی	دانشیار	استاد راهنما و رییس کمیته‌ی داوران	
دکتر مرتضی آنالویی	دانشیار	استاد مشاور	
دکتر جواد جاویدان	استادیار	داور	
دکتر مهدی نوشیار	استادیار	داور	

اسفند – ۱۳۹۲

تقدیم به:

همسر عزیزم برای حمایت بی‌دریغش

و پدر و مادر عزیزم

سپاسگزاری:

شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق را رفیق راهم ساخت تا این پایان نامه را به پایان برسانم. از استادان فاضل و اندیشمند جناب آقای دکتر شهرام جمالی به عنوان استاد راهنما و دکتر مرتضی آنالویی به عنوان مشاور که همواره نگارنده را مورد لطف و محبت خود قرار داده‌اند، کمال تشکر را دارم.

نام خانوادگی دانشجو: حامد نام: سمیرا

عنوان پایان‌نامه: استفاده از مدل های کارایی برای بهبود عملکرد الگوریتم RED

استاد راهنما: دکتر شهرام جمالی

استاد مشاور: دکتر مرتضی آنالویی

مقطع تحصیلی: **کارشناسی ارشد** رشته: **مهندسی کامپیوتر**

گرایش: **معماری کامپیوتر** دانشگاه: **محقق اردبیلی**

دانشکده: **فنی و مهندسی** تاریخ دفاع: **۹۲/۱۲/۷** تعداد صفحات: **۹۰**

چکیده:

مدیریت فعال صف یکی از عناصر اساسی در طراحی مکانیزم‌های کنترل ازدحام در شبکه می‌باشد که در جهت بهره‌وری مناسب‌تر شبکه به‌کار گرفته می‌شود. الگوریتم RED مهمترین الگوریتم مدیریت فعال صفی است که در مسیریاب‌های اینترنت پیاده‌سازی شده است و نقش اساسی در کارایی اینترنت دارد. نقطه ضعف اساسی RED حساسیت شدید آن به تنظیم پارامترها و نوسانات طول صف آن می‌باشد که سبب پایین آمدن کارایی این الگوریتم می‌شود. در این رساله، هدف این است که از دیدگاه RED و با کمک مدل‌های کارایی، رفتار شبکه را مدل‌سازی کرده و با کمک این مدل، الگوریتم RED را به نحوی اصلاح نماییم که با تنظیم پویا و آگاهانه‌ی پارامترهای خود عملکرد و کارایی شبکه را ارتقا بخشد. در این میان مدل‌های کارایی از مؤثرترین ابزارهای سنجش عملکرد شبکه در شرایط مختلف می‌باشند. مدل‌های کارایی که در این رساله مورد استفاده قرار گرفته‌اند، مدل مارکوف و مدل Grey هستند. این دو مدل، از دقیق‌ترین و مطلوب‌ترین مدل‌های کارایی می‌باشند. مدل مارکوف به دلیل دقت مناسب و مدل Grey به دلیل سادگی در عین دقت، مورد توجه این پژوهش قرار گرفته‌اند. مدل‌های نام برده شده به ما کمک می‌کنند، شرایط شبکه را در زمان‌های مختلف، با توجه به آن‌چه پیش‌تر اتفاق افتاده است، پیش‌بینی نماییم و تنظیمات پارامترها را با توجه به داده‌های حاصل از آن اعمال کنیم. الگوریتم پیشنهادی را در محیط شبیه‌ساز شبکه‌ی ns-2 پیاده‌سازی کرده و در مقایسه با سایر روش‌های مدیریت فعال صف ارزیابی کرده‌ایم. نتایج شبیه‌سازی‌ها نشان داده است که این الگوریتم‌ها از نظر معیارهایی هم‌چون کنترل نوسانات میانگین طول صف و بهره‌وری اتصال گلوگاه موفق عمل کرده‌اند.

کلید واژه‌ها: الگوریتم RED، شبکه های کامپیوتری، کنترل ازدحام، مدل‌های کارایی، مدیریت فعال صف.

فهرست مطالب

شماره و عنوان مطالب **صفحه**

فصل اول: پیش‌گفتار

۱-۱- الگوریتم RED ۴

۱-۲- مدل‌های کارایی ۶

۱-۲-۱- مدل مارکوف ۸

۱-۳- مدل Grey ۹

فصل دوم: معرفی الگوریتم‌های برگرفته شده از RED

۲-۱- الگوریتم‌های مبتنی بر عادلانه بودن ۱۳

۲-۱-۱- FRED ۱۳

۲-۱-۲- الگوریتم سوتر ۱۴

۲-۲- الگوریتم‌های مبتنی بر افزایش بهره‌وری ۱۴

۲-۲-۱-ARED ۱۴

۲-۲-۲- Gentle-RED ۱۶

۲-۲-۳- PI ۱۷

۲-۲-۴- Nonlinear-RED ۱۸

۲-۲-۵- NPD-RED ۱۹

۲-۲-۶- الگوریتم رامایسا ۱۹

۲-۲-۷- ModRED ۱۹

۲-۳- الگوریتم‌های وزن‌دار ۲۰

۲-۳-۱-WRED ۲۰

۲-۳-۲-WTRED ۲۱

۲-۴- الگوریتم‌های مبتنی بر پایداری ۲۱

۲-۴-۱- DRED ۲۱

۲-۴-۲- SRED ۲۲
۲-۵- الگوریتم‌های مبتنی بر تئوری کنترل ۲۳
۲-۵-۱- DFC ۲۵
۲-۵-۲- IDFC ۲۷
۲-۵-۳- PD-RED ۲۸
۲-۵-۴- AP-RED ۲۹
۲-۵-۵- کنترل کننده‌ی مرتبه‌ی اول ۳۰
۲-۵-۶- سایر کارهای انجام شده در زمینه‌ی تئوری کنترل ۳۲
۲-۶- الگوریتم‌های فازی ۳۲
۲-۶-۱- FLAQM ۳۲
۲-۶-۲- FCRED ۳۴
۲-۷- الگوریتم‌های مبتنی بر هوش مصنوعی ۳۵
۲-۷-۱- KRED ۳۵
۲-۷-۲- MKRED ۳۶
۲-۷-۳- LVQ ۳۷
۲-۸- الگوریتم‌های موازی با RED ۳۸
۲-۸-۱- REM ۳۹
۲-۸-۲- BLUE ۴۰
۲-۸-۳- SF-BLUE ۴۱
۲-۸-۴- GREEN ۴۲
۲-۸-۵- Yellow ۴۳
۲-۸-۶- TSMC ۴۴
۲-۹- الگوریتم‌های مبتنی بر مدل‌های کارایی ۴۵
۲-۹-۱- SARED ۴۶
۲-۹-۲- PERED ۴۸

فصل سوم: مدل پیشنهادی Markov-RED و استفاده از آن برای بهبود الگوریتم RED

۳-۱- مدل پیشنهادی کنترل ازدحام: Markov-RED ۵۳
۳-۲- نتایج شبیه‌سازی Markov-RED در سطح بسته..... ۵۷

فصل چهارم: مدل پیشنهادی Grey-RED و استفاده از آن برای بهبود الگوریتم RED

۴-۱- مدل کنترل ازدحام: Grey-RED..... ۶۵
۴- ۲- نتایج شبیه‌سازی‌ها در سطح بسته..... ۶۸

فصل پنجم: مقایسه دو الگوریتم پیشنهادی Grey-RED و Markov-RED

۵-۱- مقایسه‌ی الگوریتم‌های Markov-RED و Grey-RED در سطح بسته..... ۷۵

فصل ششم: نتیجه‌گیری و بحث

۶- ۱- نتایج اصلی ۸۰
۶- ۲- کارهای آینده ۸۲

فهرست منابع و مآخذ ۸۳

فهرست جدول‌ها

شماره و عنوان جدول **صفحه**

جدول ۲ – ۱: پایگاه قوانین برای کنترل کننده‌ی فازی FCRED.....۳۵

جدول ۳ – ۱: پارامترهای مربوط به الگوریتم‌های FARED و Markov-RED.....۵۸

جدول ۳ – ۲ : تعداد بسته‌های drop شده برای الگوریتم‌های RED، FARED و Markov-RED.....۶۲

جدول ۴– ۱: پارامترهای FARED و Grey-RED در شبیه‌سازی ۶۹

جدول ۴– ۲: تعداد بسته‌های drop شده برای Grey-RED، RED و FARED.....۷۲

جدول ۵ -۱: پارامترهای FARED و Markov-RED در شبیه‌سازی.....۷۵

جدول ۵– ۲: تعداد بسته‌های drop شده برای Markov-RED وGrey-RED ۷۸

فهرست شکل‌ها

شماره و عنوان شکل **صفحه**

شکل ۱ – ۱: عملکرد الگوریتم RED ۴

شکل ۲ – ۱: الگوریتم FRED ۱۵

شکل ۲ – ۲: تابع احتمال drop برای Gentle-RED ۱۷

شکل ۲ – ۳: نمونه‌ای از یک کنترل کننده‌ی نسبی–انتگرالی ۱۸

شکل ۲ – ۴: تابع احتمال drop برای بسته‌های خارج و داخل سرویس. ۲۰

شکل ۲ – ۵: الگوریتم WTRED ۲۱

شکل ۲ – ۶ : نمودار دوشاخه شدن بر حسب w با در نظر گرفتن $p_{max} = ۰/۱$ ۲۴

شکل ۲ – ۷: نمودار دوشاخه شدن بر حسب q_{min} با در نظر گرفتن $w=2^{-6}$ ۲۴

شکل ۲ – ۸: دیاگرام کنترل فیدبک با تأخیر ۲۶

شکل ۲ – ۹: نمایش TCP-RED به عنوان یک سیستم گسسته‌ی کنترل فیدبک ۲۶

شکل ۲ – ۱۰: دیاگرام بلوکی استفاده از کنترل کننده‌یPD ۲۹

شکل ۲ – ۱۱: دیاگرام بلوکی یک کنترل کننده فازی ۳۳

شکل ۲ – ۱۲: دیاگرام سیستم حلقه بسته با فیدبک به همراه کنترل ۳۳

شکل ۲ – ۱۳: الگوریتم احتمال drop برای FLAQM ۳۴

شکل ۲ – ۱۴: معماری LVQ ۳۸

شکل ۲ – ۱۵ : الگوریتم BLUE ۴۰

شکل ۲ – ۱۶ : الگوریتم SF-BLUE ۴۱

شکل ۲ – ۱۷: الگوریتم SARED ۴۷

شکل ۲ – ۱۸: الگوریتم PERED ۵۰

شکل ۳ – ۱: مدل مارکوف پیشنهاد شده برای صف مسیریاب در شبکه‌ای که از الگوریتم RED بهره می‌برد ۵۴

شکل ۳ – ۲: ارزیابی مدل پیشنهادی مارکوف برای استفاده از الگوریتم RED در مسیریاب ۵۴

شکل ۳ – ۳: الگوریتم تغییرات پارامترها برای Markov-RED ۵۶

شکل ۳ – ۴: توپولوژی شبکه‌ی شبیه‌سازی شده ۵۸

شکل ۳ – ۵: میانگین طول صف برای الگوریتم‌های RED، FARED و Markov-RED در شرایطی که ارسال توسط همه‌ی جریان‌ها هم‌زمان آغاز شده است.....۵۹
شکل ۳ – ۶: میانگین طول صف برای الگوریتم‌های RED، FARED و Markov-RED در شرایطی که ارسال توسط یکی از جریان‌ها ۵ ثانیه دیرتر آغاز شده است.....۶۰
شکل ۳–۷: طول لحظه‌ای صف برای الگوریتم‌های RED، FARED و Markov-RED با سناریوی ارسال هم‌زمان.....۶۱
شکل ۳–۸: طول لحظه‌ای صف برای الگوریتم‌های RED، FARED و Markov-RED با سناریوی ارسال با تأخیر.....۶۱
شکل ۳– ۹: درصد بهره‌وری اتصال گلوگاه برای الگوریتم‌های RED، FARED و Markov-RED..... ۶۳
شکل ۴ – ۱: الگوریتم تغییرات max_p برای Grey-RED.....۶۷
شکل ۴ – ۲: توپولوژی شبکه‌ی شبیه‌سازی شده.....۶۸
شکل ۴ – ۳: میانگین طول صف برای الگوریتم‌های RED، FARED و Grey-RED در شرایطی که ارسال هم‌زمان آغاز شده است.....۷۰
شکل ۴ – ۴: میانگین طول صف برای الگوریتم‌های RED، FARED و Grey-RED در شرایط ارسال با تأخیر.....۷۰
شکل ۴ – ۵: طول لحظه‌ای صف برایRED ، FARED وGrey-RED برای سناریوی ارسال هم‌زمان.....۷۱
شکل ۴ – ۶: طول لحظه‌ای صف برای RED، FARED وGrey-RED برای سناریوی ارسال با تأخیر.....۷۲
شکل ۴ – ۷: بهره‌وری گلوگاه برای الگوریتم‌های مدیریت فعال صف مختلف ۷۳
شکل ۵ –۱:توپولوژی شبکه‌ی شبیه‌سازی شده.....۷۵
شکل ۵ –۲: میانگین طول صف برای الگوریتم‌های Markov-RED و Grey-RED در شرایطی که ارسال هم‌زمان آغاز شده است..... ۷۶

شکل ۵ –۳ : میانگین طول صف برای الگوریتم‌های Markov-RED و Grey-RED در شرایطی که ارسال با تأخیر آغاز شده است..... ۷۶

شکل ۵ –٤: طول لحظه‌ای صف برای الگوریتم‌های Markov-RED و Grey-RED در شرایطی که ارسال همزمان آغاز شده است.....۷۷

شکل ۵ –۵ : طول لحظه‌ای صف برای الگوریتمهای Markov-RED و Grey-RED در شرایطی که ارسال با تأخیر آغاز شده است..... ۷۷

شکل ۵–۶ : درصد بهره وری گلوگاه برای Markov-RED وGrey-RED.....۷۸

فصل اول:

پیش‌گفتار

اینترنت به عنوان مهم‌ترین ابزار ارتباط و اطلاع‌رسانی عصر حاضر طی دهه‌ی گذشته بخش مهمّی از زندگی ما شده است. بیشتر فعالیت‌های روزانه‌ی بشر امروز به اینترنت وابسته است و هم‌چنان در آینده کاربردهای بیشتری برای آن وجود خواهد داشت. با این حجم بالای کاربر، نیاز به این حس می-شود که شرایطی پیش‌بینی شود که اینترنت در تمام این شرایط همچنان در دسترس باشد و کیفیت سرویس آن با وجود استفاده‌ی کاربران متعدد در حد قابل قبولی حفظ شود. اگر این موارد نادیده گرفته شود، شاهد مسائلی از جمله ازدحام در شبکه و عدم انجام کارهای کاربران به شکل مطلوب در قدم اول و از کار افتادن کامل شبکه در نهایت خواهیم بود؛ چرا که با افزایش تعداد کاربران، تعداد بسته‌هایی که در شبکه رد و بدل می‌شوند، افزایش پیدا می‌کند و با ازدحام این بسته‌ها بیشتر از ظرفیت، شبکه در رساندن آن‌ها دچار مشکل می‌شود.

برای حل این مشکل، راه حل‌های متفاوتی به کار گرفته شده است. گر چه برخی از این روش‌ها بر دیگران برتری دارند، اما هر کدام مزایا و معایبی دارند. مثلاً اگر برای منابع شبکه، یک بافر بسیار بزرگ در نظر بگیریم که تا حد امکان جلوی از دست رفتن[1] بسته‌ها را بگیریم، باز هم مفید نخواهد بود، چون سبب می‌شود بسته‌ها برای مدت طولانی منابع شبکه را اشغال کنند و به این ترتیب تنها هزینه‌ها افزایش پیدا می‌کند.

امروزه، با به کارگیری پروتکلTCP[2]، تا حد زیادی به پایداری اینترنت کمک شده است. کنترل جریان در این پروتکل با استفاده از پنجره انجام می‌گیرد. فرستنده یک پنجره‌ی ازدحام را در انتظار ارسال نگه می‌دارد. اندازه‌ی پنجره، تعداد بسته‌هایی که می‌توانند در شبکه بدون دریافت Acknowledge (تأیید دریافت بسته در مقصد) برای بسته‌های قبلی، ارسال شوند، تعیین می‌کند. مقصد، هر بسته‌ای را که دریافت می‌کند، تأیید دریافت آن را ارسال می‌کند. وقتی به تعداد تمام اندازه‌ی پنجره بسته‌ی بدون

[1] Loss
[2] Transmission Control Protocol

Acknowledge فرستاده شد، فرستنده منتظر دریافت تأیید رسیدن بسته‌ها از گیرنده می‌ماند تا بسته‌ی جدید را ارسال کند.

اولین شیوه‌ی کنترل ازدحامی که روی این پروتکل مورد استفاده قرار گرفت، افزایش جمعی و کاهش ضربی[1] (AIMD) بود که در انتهای شبکه (فرستنده و گیرنده) از آن بهره گرفته می‌شد. در این شیوه، با هر بار از دست رفتن بسته، طول پنجره نصف می‌شود و با هر رسیدن موفقیت‌آمیز بسته، یک واحد به طول پنجره اضافه می‌شود. در مورد UDP این مکانیزم‌های کنترل وجود ندارد.

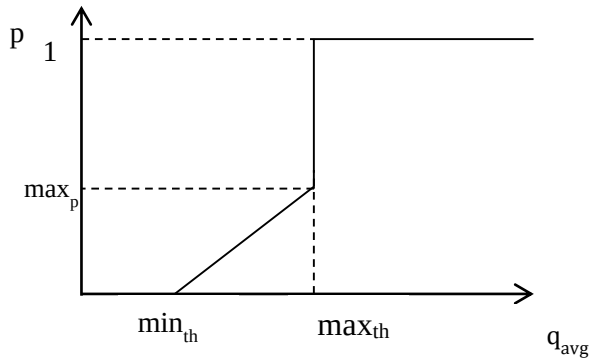
بخش دیگری از ساز و کار کنترل ازدحام اینترنت، الگوریتم مدیریت فعال صفی است که در مسیریاب‌ها اجرا شده و بازخوردهای لازم در مورد ازدحام را به مبادی جریان ارسال می‌کنند. الگوریتم سنتی که در این زمینه مورد استفاده قرار می‌گیرد، drop-tail است که در آن یک حداکثر برای طول صف در نظر گرفته می‌شود و هر بسته‌ای که پس از رسیدن طول صف به این حداکثر به مسیریاب رسید، drop می‌شود. از آنجا که فاصله‌ی زمانی ارسال بسته تا رسیدن آن به مسیریابی که صف مزدحم دارد و دانستن این drop در فرستنده و پایین آوردن نرخ ارسال توسط آن چندان هم کم نیست، بسته‌های بسیاری ممکن است در این مدت ارسال شده باشند که همه‌ی آنها drop می‌شوند. با توجه به این قضیه، دو انتخاب ممکن است: طول صف را کم کنیم تا تأخیر کم شود که این کار موجب پایین آمدن بهره‌وری می‌شود و یا این که بهره‌وری را با افزایش طول صف افزایش دهیم که این خود موجب بالا رفتن تأخیر می‌شود. این مسائل نشان‌گر ضرورت وجود الگوریتمی است که با پیش‌بینی وضعیت شبکه و صف مسیریاب‌ها، پیش از رسیدن تعداد بسته‌های در حال انتظار در صف مسیریاب به حداکثر، به نحوی به فرستنده‌ها خبر داده شود تا به موقع از نرخ ارسال خود بکاهند. روش‌های این چنینی که به مسیریاب‌ها

[3] Additive Increase Multiplicative Decrease

اجازه می‌دهند، پیش از رسیدن به حداکثر طول صف، بسته‌ها را drop کنند یا به روش خاصی نزدیک شدن به حداکثر ظرفیت صف را به منبع گوشزد کنند، روش‌های مدیریت فعال صف[1] نامیده می‌شوند.

۱-۱- الگوریتم RED

مهم‌ترین الگوریتم مدیریت فعال صف، الگوریتم RED[2] است که کاربرد بسیاری در مسیریاب‌های ساخته‌ی شرکت‌های بزرگ دارد. این روش به صورت شکل ۱-۱ عمل می‌کند.



شکل۱-۱: عملکرد الگوریتم RED (فلوید و ژاکوبسون، ۱۹۹۳)

در این الگوریتم در محدوده‌ی طول صف کمتر از یک حداقل، مسیریاب هیچ بسته‌ای را drop نمی‌کند. بین این آستانه‌های حداقل و حداکثری که برای آن تعریف می‌شود، احتمال drop کردن بسته‌ها به صورت خطی افزایش می‌یابد. پس از رسیدن به آستانه‌ی حداکثر تعریف شده، کلیه‌ی بسته‌های وارد شده به صف drop می‌شوند (این آستانه با حداکثر طول صف تفاوت دارد). به این ترتیب، پیش از آن که صف اشباع شود، فرستنده‌ها از ازدحام شبکه مطلع می‌شوند و نرخ ارسال خود را پایین می‌آورند.

این روابط را در مدل‌سازی ریاضی معمولاً به صورت زیر نمایش می‌دهند:

[1] Active Queue Management
[2] Random Early Detection

$$q_{avg} = (1 - w_q) \times q_{avg} + q \times w_q \qquad (۱-۱)$$

$$\begin{cases} p = 0 & \text{if } q_{avg} < min_{th} \\ p = \dfrac{P_b}{1 - count * P_b} & \text{if } min_{th} < q_{avg} < max_{th} . \\ p = 1 & \text{if } q_{avg} > max_{th} \end{cases} \qquad (۲-۱)$$

$$P_b = max_p * \frac{(q_{avg} - min_{th})}{(max_{th} - min_{th})} \qquad (۳-۱)$$

در این روابط، p احتمال drop شدن بسته است؛ q طول صف در حال حاضر و count هم تعداد بسته‌هایی که پس از آخرین drop ارسال شده‌اند را نشان می‌دهد (فلوید و ژاکوبسون، ۱۹۹۳).

با توجه به پژوهش‌هایی که انجام شده، RED نسبت به الگوریتم‌های ماقبل خود ساز و کار مفیدتری در اطلاع ازدحام به منابع دارد و در عین حال از سادگی نیز برخوردار می‌باشد.

با وجود مفید بودن و استفاده روزافزون، الگوریتم RED مشکلاتی دارد. این الگوریتم نمی‌تواند از سرریز بافر در اثر افزایش قابل توجه تعداد فرستنده‌ها جلوگیری کند. مشکل دیگر این الگوریتم آن است که بسیار به تنظیم پارامترها حساس است. بسیار دشوار است که طوری آن را پارامتردهی کنیم که تحت سناریوهای ازدحام مختلف کارایی مناسب خود را حفظ کند. معمولاً پارامتردهی بر مبنای تجربه انجام می‌شود و یک پارامتردهی خاص، تنها برای شرایط خاصی نتیجه‌ی مناسب را می‌دهد. حتی گاهی این موضوع باعث می‌شود که کارایی سیستم تا حد کارایی حاصل از استفاده از الگوریتم drop-tail پایین بیاید (بونالد و همکاران، ۲۰۰۰). الگوریتم RED سعی می‌کند تا حد زیادی میانگین طول صف را در حالت تعادل نگه دارد. اما از آنجا که این پارامتر تا حد زیادی به ترافیک شبکه و تنظیم سایر پارامترها (آستانه‌ی حداقل و حداکثر طول صف که وصف آن رفت)، وابسته است، در این مورد ناموفق بوده و

این عدم موفقیت منجر به نوسانات طول صف شده است. تلاش‌های زیادی انجام گرفته است که با ایجاد تغییراتی روی این الگوریتم، از چنین مشکلاتی جلوگیری شود. در همین راستا، نسخه‌های دیگرRED از جمله SRED[1]، WRED[2]، ARED[3] و REM[4] شکل گرفتند. اما همچنان اصلاح الگوریتم RED برای کارایی بهتر مورد توجه بوده است و هم‌چنان کارهای علمی بسیاری روی موضوع پایداری الگوریتم RED در حال انجام است (تن[5] و همکاران، ۲۰۰۶؛ کوسلا[6] و همکاران، ۲۰۰۱؛ میزرا[7] و همکاران، ۲۰۰۰).

در این پژوهش، با استفاده از مدل‌های کارایی، دو الگوریتم جدید پیشنهاد شده است که با ایجاد تغییرات هوشمند روی پارامترهای الگوریتم RED، عملکرد این الگوریتم را بهبود می‌بخشند. در ادامه، راجع به مدل‌های کارایی بیشتر توضیح می‌دهیم.

۱-۲- مدل‌های کارایی

استفاده از مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل تاکنون اهمیّت نظری و عملی زیادی در آزمایشگاه‌های تحقیقاتی در طراحی، توسعه و بهینه‌سازی سیستم‌ها و شبکه‌های کامپیوتری و ارتباطات و برنامه‌های کاربردی داشته است و در آینده نیز خواهد داشت. این امر شامل طیف گسترده‌ای از فعالیت‌های تحقیقاتی، از استفاده از روش های تجربی‌تر (اعم از افزایش تجربی سرعت مدل‌های ساده‌ی موجود تا ساخت و آزمایش پیاده‌سازی‌های نمونه) گرفته تا استفاده از شبیه‌سازی به روش‌های پیچیده‌تر ریاضی می‌شود.

[1] Stabilized RED
[2] Weighted RED
[3] Adaptive RED
[4] Random Exponential Marking
[5] Tan
[6] Kuusela
[7] Misra et. al.