



پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق ایران - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد - ۸ و ۹ اسفند ۱۳۹۷

مرور و مقایسه روش‌های ارسال بسته در شبکه‌های داده محور

حمیدرضا افضل، بهرنگ برکتین*، زهرا بهشتی

دانشکده مهندسی کامپیوتر، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران

Behrang_Barekatin@iaun.ac.ir

چکیده - امروزه ساختار شبکه جهانی اینترنت در حال گذر از مقصد محور بودن به سمت محتوا محور شدن است و این امر باعث پیدایش نوعی جدید از شبکه‌ها به نام شبکه‌های داده محور شده است. در این نوع از شبکه‌ها هدف بیشتر آن است که بسته درخواست ارسالی به جای وابسته بودن به مکان خاص، در دریافت بسته پاسخ مناسب خود به مقصد وابسته نباشد. در این مقاله مروری بر انواع روش‌های ارسال بسته درخواست در شبکه‌های داده محور شده و این روش‌ها برای اولین بار مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

کلید واژه- استراتژی ارسال تطبیقی، ارسال بسته درخواست، شبکه‌های داده محور

۱- مقدمه

داده و بازگشت آن‌ها به سمت مصرف کننده توسط مسیریاب-هائی که در بین راه قرار دارند می باشد.

مسیریاب‌ها در شبکه‌های داده محور از سه بخش اصلی تشکیل شده‌اند که عبارتند از:

ذخیره محتوا: برای افزایش احتمال به اشتراک گذاری، صرفه جوئی در پهنای باند و کاهش زمان بازگشت محتوا، مسیریاب یک کپی از بسته داده را تا زمانی که یک بسته جدید جایگزین این بسته شود (به علت اندازه محدود کش) را کش می کند.

جدول بسته‌های درخواست معلق: این جدول، هر بسته درخواست ورودی به خودش را تا زمان رسیدن بسته داده متناظر آن یا اتمام زمان عمر این بسته در خود نگهداری می کند.

جدول اطلاعات ارسال پایه: این جدول اطلاعات گام‌های بعدی و اطلاعاتی که در رسیدن پیشوند نام به مقصد در دسترس باشد را در خود نگهداری می کند. ساختار مقاله به این صورت است که ابتدا مقدمه ای در مورد شبکه های داده محور بیان شده و در بخش دوم در مورد نحوه ارسال و دریافت بسته در مسیریاب ها توضیح داده شده

امروزه زندگی تقریباً تمامی مردم جهان به نحوی با اینترنت در ارتباط است. اخیراً با ظهور برنامه‌های محتوا محور [۱] مانند: شبکه‌های اجتماعی، تجارت الکترونیک، یوتیوب و آمازون به کاربران اجازه به اشتراک گذاری متن‌ها، عکس‌ها، صداها و ویدئوها را داده است و این امر، منبع نیمی از ترافیک شبکه جهانی اینترنت شده است [۲]. تولید و مصرف بسیار زیاد محتوای تولید شده از سوی کاربر، اینترنت را با ضعف روبرو کرده است چون اینترنت برای این روش جدید از مدل توزیع محتوا طراحی نشده است [۳]. به همین دلیل محققان یک معماری جدید از اینترنت ارائه کردند که از ارتباطات محتوا محور پشتیبانی کند که منجر به پیدایش نوعی جدید از شبکه‌ها به نام شبکه های داده محور شد.

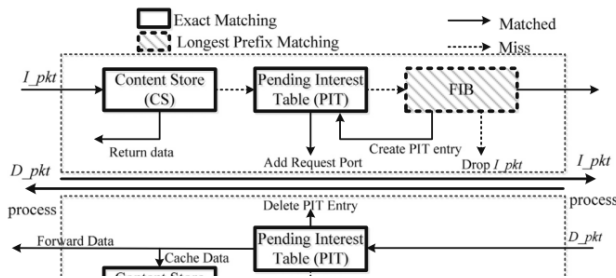
مفاهیم اصلی در طراحی شبکه‌های داده محور [۳] بر مبنای اینترنت است ولی اساسی‌ترین تغییر در این نوع شبکه‌ها آن است که از بسته‌های داده با نام‌های محتوا [۳] به جای آدرس‌های منبع و مقصد استفاده می‌شود. اساس کار در شبکه‌های داده محور، ارسال بسته‌های درخواست از مصرف کننده به تولید کننده و پاسخ به این بسته‌ها در قالب بسته‌های



پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق ایران - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد - ۸ و ۹ اسفند ۱۳۹۷

۲- نحوه ارسال بسته درخواست و دریافت بسته داده

توسط مسیریاب در شبکه‌های داده محور



شکل ۱- نحوه ارسال بسته درخواست و دریافت بسته داده در شبکه داده محور

های IP عمل می کنند اما در سطح داده، مدل تحویل داده میزبان به میزبان در شبکه های IP، توسط مدل بازیابی داده در شبکه های داده محور جایگزین می شود.

در مدل بازیابی داده در شبکه های داده محور، مصرف کنندگان، بسته های درخواست را به سمت مسیریاب، ارسال و مسیریاب با دریافت این بسته ها، آنها را به سمت تولید کنندگان داده، ارسال و وضعیت بسته های در حال انتظار را نگهداری می کنند. نگهداری وضعیت بسته های در حال انتظار در مسیریاب باعث ایجاد قابلیت تطبیقی بودن ارسال بسته می شود یعنی بسته های داده ای که توسط تولید کنندگان به سمت مسیریاب فرستاده می شوند، با راهنمایی توسط بسته های در حال انتظار در مسیر عکس، به سمت مصرف کنندگان این بسته ها، ارسال می شود.

بر خلاف روش مکان محور در شبکه های IP در تحویل داده، بسته های داده در شبکه های داده محور، نام های داده را بجای آدرس های مبداء و مقصد حمل می کنند که این امر باعث دو تفاوت عمده می شود:

اول: اگرچه در شبکه های داده محور، فیلد نام در بسته درخواست برای راهنمایی در ارسال این بسته مورد استفاده قرار می گیرد، در شبکه های IP نیز آدرس مقصد در راهنمایی در ارسال بسته استفاده می شود. تفاوت در اینجاست که یک بسته درخواست با ورود به مسیریاب و پیدا کردن بسته داده مورد نظر، آن را به مصرف کننده باز می گرداند در صورتی که در شبکه های IP اگر بسته در مسیر از بین نرود یا گم نشود همیشه به مقصد می رسد و این وابسته بودن این مدل از شبکه به فیلد مبداء و مقصد را نشان می دهد.

دوم: مصرف کننده ها در شبکه های داده محور نه از فیلد نام و نه از آدرس های استفاده شده در تحویل بسته داده

در ارسال بسته درخواست در شبکه های داده محور، ابتدا این بسته از مصرف کننده به مسیریاب ارسال می شود. مسیریاب با استفاده از سه نوع ساختمان داده ای که دارد ابتدا در ذخیره محتوا شروع به جستجو برای بسته داده مطابق با بسته درخواستی می کند اگر بسته داده مرتبط پیدا شد، از همان اینترفیسی که این بسته درخواست از آن وارد شده در مسیر عکس فرستاده می شود. اگر بسته داده متناظر پیدا نشد، بسته درخواست به جدول PIT ارسال می گردد و در مدخل های این جدول عمل جستجو انجام می گیرد، اگر بسته درخواست مشابه با این بسته پیدا شد یعنی مصرفی کننده دیگری نیز چنین بسته درخواستی را ارسال و منتظر دریافت بسته داده است که اطلاعاتی از جمله شماره اینترفیسی که این بسته از آن وارد شده در این جدول ذخیره می گردد. اگر این بسته پیدا نشد به جدول FIB ارسال می گردد که در مدخل های این جدول نیز عمل جستجو انجام می گیرد. در صورت پیدا کردن بسته درخواستی مشابه این بسته یعنی مسیریاب با استفاده از اطلاعاتی که از مسیریاب های مجاور خود دارد این بسته درخواست را به سمت مسیریابی که بتواند بسته داده متناظر آن را بازگرداند ارسال می کند و در صورت موفقیت آمیز نبودن جستجو یعنی این مسیریاب توانائی ارسال این بسته درخواست به سمت مسیریابی که بسته داده مورد نظر با این بسته درخواست را بدهد ندارد و بنابراین بسته را از بین می برد. در بازگشت بسته داده به مسیریاب نیز ابتدا به جدول PIT وارد می شود اگر بسته درخواستی متناظر با این بسته داده پیدا شد، بسته داده در CS کش شده و به سمت مصرف کننده ارسال می شود. اگر در جدول PIT پیدا نشد یعنی هیچ بسته درخواست منتظری در این جدول، پاسخ آنها این بسته داده نمی باشد و بنابراین بسته داده از بین می رود.



پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق ایران - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجفآباد - ۸ و ۹ اسفند ۱۳۹۷

در مقاله مرجع [۵] با استفاده از مورچه های حرکت کننده به سمت جلو که بسته های درخواست را حمل می کنند و مورچه های حرکت کننده به سمت عقب که حامل بسته های داده هستند جهت رتبه بندی اینترفیس ها استفاده می شود. این مورچه ها پارامترهای کیفیت سرویس شبکه را مورد کاوش و بررسی قرار داده و اینترفیس ها را به منظور انتخاب بهترین اینترفیس ورودی و یا خروجی رتبه بندی می کنند. مزایا: با توجه به اینکه انتخاب کوتاهترین مسیر لزوماً بهترین مسیر نیست در این روش با استفاده از پارامترهای عنوان شده در کیفیت سرویس سعی کرده علاوه بر استفاده از کلونی مورچه مسیر بهینه ای که پارامترهای کیفیت سرویس نیز در این مسیر مورد ارزیابی قرار می گیرد را مورد استفاده قرار دهد. معایب: این روش سایر پارامترهای کیفیت سرویس را که در رابطه با ازدحام بسته ها در مسیر ارسال اطلاعات است را در نظر نگرفته است. سه پارامتر استفاده شده عبارتند از RTT و پهنای باند و هزینه. در مقاله مرجع [۶] در این روش با ذکر این نکته که ارسال پیش فرض بسته در شبکه بصورت سیل آسا بوده و موجب حجم سنگین بار در مسیریاب ها می شود با اضافه کردن فیلدهائی علاوه بر فیلدهای موجود در جداول PIT و FIB سعی در کاهش حجم بار مسیریاب ها و تعداد مسیریاب در ارسال بسته به سمت تولید کننده کرده است و اینکه در جدول PIT علاوه بر فیلدهای قبلی از دو فیلد Out Face و Tk نموده است که مجموع این دو فیلد اینترفیس خروجی که توانائی پیدا کردن بسته داده متناظر با بسته داده را دارد انتخاب می کند. در جدول FIB علاوه بر فیلدهای قبلی از چهار فیلد RTT و Face Condition و Rankk استفاده می کند که فیلد اول میزان زمان تخمین است که در سه حالت ، فعال ، نیمه فعال یا غیر فعال در ارسال بسته به سمت مسیریاب های دیگر است و فیلد سوم با استفاده از گزینه Tk جدول PIT تکمیل می شود و بیانگر میزان رتبه در ارسال از طریق این اینترفیس به سمت مسیریاب در جهت دریافت بسته داده است. هرچه مقدار این عدد کمتر باشد یعنی رتبه این اینترفیس در ارسال بسته درخواست از سمت این اینترفیس به سمت مسیریاب بیشتر

استفاده می کنند در عوض مسیریاب ها اینترفیس های ورودی برای هر بسته درخواست ارسال شده را مورد بررسی قرار داده و از این اطلاعات برای بازگرداندن بسته های داده به سمت مصرف کننده استفاده می کنند. استراتژی ارسال در شبکه های داده محور در مورد استفاده از تنظیمات چندگانه موثر و انتخاب بهترین اینترفیس برای ارسال بسته درخواست به سمت آن اینترفیس استفاده شود تصمیم گیری می کند. یکی از طبقه بندی های مهم در استراتژی های ارسال در شبکه های داده محور ، استراتژی ارسال تطبیقی است یعنی با استفاده از اطلاعات وضعیت موجود در شبکه جهت ارسال بسته درخواست، مسیریاب ها بتوانند پارامترهای مهم در تحویل بسته مانند میزان خطای لینک ها یا ازدحام شبکه ، استفاده از چند مسیر و نگهداری وضعیت فعلی خروجی ها را محاسبه کنند. بنابراین تصمیمات ارسال بسته های درخواست در شبکه های داده محور بر مبنای شرایط شبکه بصورت تطبیقی است.

۴- مقایسه استراتژی های ارسال بسته بصورت تطبیقی در شبکه های داده محور

در مقاله مرجع [۴] دستیابی به کیفیت سرویس در مسیریابی از چالش های مهم مطرح شده که با استفاده از کلونی مورچه و انتخابی مسیری که از کیفیت سرویس استفاده کند به یک مسیریابی بهینه در ارسال بسته می رسیم. این روش با روش ارسال بسته بصورت تصادفی مورد مقایسه قرار گرفته که بسته بصورت تصادفی به یکی از اینترفیس ها جهت ارسال و دریافت بسته داده متناظر آن مورد استفاده قرار می گیرد. مزایا: در پارامترهای مانند نرخ تحویل بسته و میزان هزینه به علت اینکه با ارزیابی مسیرهائی که از پارامترهای کیفیت سرویس برخوردار بوده و از کلونی مورچه نیز در پیدا کردن مسیر بهینه استفاده می شود این روش از روش ارسال بسته بصورت تصادفی بهتر عمل می کند. معایب: این روش با روش های دیگر از جمله بهترین مسیر مقایسه نشده و همچنین کیفیت سرویس شامل پارامترهای دیگری نیز می باشد که در این روش از آنها استفاده نشده است. پارامترهایی مانند هزینه ، تاخیر و پهنای باند مورد بررسی قرار گرفته اند.

پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق ایران - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد - ۸ و ۹ اسفند ۱۳۹۷

سمت اینترفیس مقایسه نشده است. در مقاله مرجع [۸] با توجه به اینکه هنوز راهکاری برای پیشنوندهای نام که جایگزین IP در شبکه های فعلی هستند از نظر طول نام و غیره طراحی نشده است و امکان وجود مقادیر نامحدود آن ها وجود دارد، با تقسیم کردن شبکه به دامنه های مختلف و مدیریت آن ها توسط ISP امکان کنترل و متحد سازی نام های مشترک در مقیاس کمتر وجود دارد و همچنین در مسیریابی نیز با اضافه کردن فیلد هائی مانند فرومون به جدول PIT باعث می شود که میزان اولیه فرومون در هر مسیر مشخص سپس با توجه به هر میزان از حرکت بسته فرومون ها تبخیر یا اضافه کردند که الگوریتم کلونی مورچه حریصانه در پیدا کردن مسیر بهینه استفاده شده است. مزایا: با استفاده از یکپارچه سازی ISP باعث شده که کنترل محوای نام انجام شود و مسیریابی نیز با توجه به کلونی مورچه بهینه شود. معایب: از کیفیت سرویس استفاده نشده و ممکن است علی رغم پیدا کردن مسیر بهینه ، ممکن است ترافیک لینک بالا باشد. پارامترهای مورد استفاده ، خطای لینک و ازدحام شبکه و پویایی توپولوژی شبکه است.

جدول ۱- مقایسه روش های موجود

است. مزایا: این روش در مقایسه با دو روش ارسال بسته بصورت سیل آسا و تصادفی در پارامترهایی مانند نرخ بارگزاری بسته در مسیریاب و میانگین تعداد گام ها در ارسال بسته درخواست از طریق مسیریاب ها بهتر عمل کرده است. معایب: این روش در سناریوهای ساده عملکرد بهتر نسبت به سایر روش های ذکر شده دارد و هنوز صحت عملکرد آن در سناریوهای پیچیده تر نیاز به بررسی دارد. پارامترهای در نظر گرفته شده عبارتند از : تعداد گام ها و نرخ بارگزاری بسته در مسیریاب.

در مقاله مرجع [۷] به منظور تطبیقی شدن شبکه در ارسال بسته های درخواست پارامترهای کیفیت سرویس مانند RTT و هزینه و پهنای باند در مسیریاب ها تعبیه شده تا نسبت ارسال بسته های درخواست و دریافت بسته های داده قابلیت تصمیم گیری داشته باشند و بتوانند مشخص کنند که کدام اینترفیس برای ارسال بسته های درخواست به سمت مسیریاب های دیگر مورد استفاده قرار گیرد. مزایا: این روش با روش بهترین مسیر مورد مقایسه قرار گرفته و در پارامترهایی مانند میزان تحویل بسته به مسیریاب و تعداد گام تا رسیدن بسته درخواست به تولید کننده بهتر عمل کرده است. معایب: این روش با سایر روش های موجود در ارسال بسته مانند ارسال سیل آسای بسته یا ارسال بسته بصورت تصادفی به

ردیف	عنوان مقاله	سال و مجله انتشار	مزایا	معایب	پارامترهای استفاده شده
۱	Multipath Transmission in Content Centric Networking Using a Probabilistic Ant-Routing Mechanism [4]	2013 Springer	با استفاده از کیفیت سرویس و کلونی مورچه در ارسال بسته نسبت به روش ارسال بسته بصورت تصادفی بهتر عمل می کند	با روش های دیگر ارسال بسته مانند ارسال سیل آسا و ارسال به روش بهترین مسیر مقایسه نشده	هزینه تاخیر پهنای باند
۲	AC-QoS-FS: Ant colony based QoS-aware forwarding strategy for routing in Named Data Networking [5]	2017 IEEE	با استفاده از کیفیت سرویس و کلونی مورچه در ارسال بسته از مسیر بهینه نسبت به روش بهترین مسیر بهتر عمل می کند	پارامترهای کیفیت سرویس در ارتباط با کنترل ازدحام در مسیر ارسال بسته در نظر گرفته نشده	پهنای باند هزینه RTT
۳	Rank-Based Routing Strategy for Named Data Network [6]	2014 Vehicle, Mechatronics and Information	با اضافه کردن فیلدهائی به PIT و سعی در کاهش حجم بار مسیریاب و تعداد مسیریاب در	در سناریوهای ساده عملکرد خوبی دارد ولی در سناریوهای پیچیده	تعداد گام نرخ بارگزاری بسته در

پنجمین کنفرانس ملی مهندسی برق ایران - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد - ۸ و ۹ اسفند ۱۳۹۷

مسیریاب	بررسی نشده است.	رسیدن بسته به تولید کننده نموده است.	Technologies		
نرخ تحویل بسته تعداد گام	با سایر روش های ارسال بسته مانند ارسال سیل آسا یا تصادفی مقایسه نشده است	با اضافه کردن پارامترهای کیفیت سرویس در تصمیم گیری برای ارسال بسته به سمت اینترفیس خروجی نسبت به روش بهترین مسیر بهتر عمل کرده است	2016 IEEE	QoS-FS: a new forwarding strategy with QoS for routing in Named Data Networking [7]	۴
خطای لینک ازدحام پویایی توپولوژی	از کیفیت سرویس استفاده نشده و ممکن است کوتاهترین مسیر لزوماً بهینه نباشد.	با تقسیم یک دامنه به چند دامنه سعی در کنترل پیشوند نام و با کلونی مورچه سعی در پیدا کردن کوتاهترین مسیر در ارسال بسته شده است	2012 APAN	A Greedy Ant Colony Forwarding Algorithm for Named Data Networking [8]	۵

۶- مراجع

۱. George, X., et al., *A Survey of Information-Centric Networking Research*. IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS, 2013: p. 1-26.
۲. Saxena, D., et al., *Named Data Networking: A survey*. Computer Science Review, 2016. 19: p. 15-55.
۳. <http://named-data.net/project/annualprogress-summaries/>
۴. Dirk Pesch, et al., *TCP, Multi-path, Coding and Content-Centric Networking*. 2013.
۵. Kerrouche, A., et al., *AC-QoS-FS: Ant colony based QoS-aware forwarding strategy for routing in Named Data Networking*. IEEE ICC 2017 Next Generation Networking and Internet Symposium, 2017: p. 1-6.
۶. Zeng, X. and Z. Gao, *Rank-Based Routing Strategy for Named Data Network*. Applied Mechanics and Materials, 2014. 543-547: p. 3320-3323.
۷. Kerrouche, A., M. Reda Senouci, and A. Mellouk, *QoS-FS: a new forwarding strategy with QoS for routing in Named Data Networking*. IEEE ICC 2016 - Next-Generation Networking and Internet Symposium, 2016: p. 1-7.
۸. Chengming, L., L. Wenjing, and O. Koji, *A greedy ant colony forwarding algorithm for Named Data Networking*. Proceedings of the Asia-Pacific Advanced Network, 2013. 34: p. 17-26.

۵- نتیجه گیری

با یک بررسی اجمالی تمامی استراتژی های ارسال تطبیقی در شبکه های داده محور به این نتیجه می رسیم بجز روش های random selection ، best route و flooding که از اولین روش های ارسال بسته در شبکه های داده محور هستند ارسال بسته در این شبکه ها همیشه به صورت بهینه انجام نمی گرفته و سعی بر آن شده است که با استفاده از الگوریتم های بهینه ساز که یکی از آنها کلونی مورچه است ، بتوان مسیر بهینه ای را برای ارسال بسته پیدا کرد که مسیر بهینه بر خلاف شبکه های سنتی الزاما کوتاهترین مسیر نمی باشد بلکه مسیری است که پارامترهای کیفیت سرویس را نیز بتواند مد نظر قرار دهد.