

معیار های توازن بار : مقایسه برای شبکه های بی سیم

لیلا امیریان¹، حمید پایگذار²

1- گروه کامپیوتر، واحد خمین، دانشگاه آزاد اسلامی، خمین، ایران

2- عضو هیئت علمی، گروه کامپیوتر، واحد خمین، دانشگاه آزاد اسلامی، خمین، ایران

چکیده

رنج انتقال و پهنای باند در شبکه های بی سیم ناهمگون در معماری های دو بعدی، سه بعدی متفاوت می باشد. هر قطعه همراه (MD) فقط دسترسی (AP) را بر مبنای نیاز انتخاب می کند و متعاقباً یک MD یک AP را انتخاب و پیام را به MD ها مخابره می نماید. این امر منجر به مشکلات توازن بار می شود. تاخیر بسته، به عنوان معیاری برای اندازه گیری مایحتاج این موارد، مورد استفاده قرار می گیرد. برای مقایسه این معیارها، یک الگوریتم توازن بار سه بعدی (TALB) پیشنهاد شده که بر مبنای مفهوم کنترل تجمعی و تنفس سلولی می باشد. با تغییر پارامترهای ترافیک، تعداد MDها و پهنای باند APها به مقدار معینی فرض می شوند. نتایج شبیه سازی نشان می دهد که معیار تاخیر، توازن بار و خروجی ها را بهبود می دهد.

کلمات کلیدی: توازن بار، کنترل پذیرشی، مدیریت تجمعی

مقدمه :

نقاط دسترسی چند گانه (APS) که برای نشان دادن هر دوی ایستگاه مبنا (BSS) و APS در این کار مورد استفاده قرار می-گیرند. برای تشکیل یک سرویس توسعه یافته ترکیب شده و سرویس موبایل پیوسته را فراهم می سازند [3]. شبکه های بی سیم مختلفی دارای ویژگی های که شامل نرخ داده، سرعت حرکت در رنج سیگنال که باعث می شود MDها در بین شبکه های بی سیم مختلف سوئیچ کند. برای مثال، کاربران باید از طریق شبکه های موبایل با رنج بزرگ به اینترنت دسترسی پیدا کنند (از طریق سه یا چهارمین نسل 3G OR 4G) زمانی که آنها از طریق سیم های سرعت بالا انتقال می یابند WIFI نمی تواند کاربران متحرک با سرعت بالا را ساپورت کند [4-6 و 1]. توازن بار در بین APSها بوسیله یک پیام تجمعی که توسط APS به MDها فرستاده می شوند و شدت سیگنال (برای پوشاندن یا نپوشاندن MDها) کنترل می شود.

در یک اتصال MD، اتصال MD به یک AP به شدت سیگنال در یافتی انتشاری (RSSI) وابسته می باشد [8 و 7]. این ویژگی به APها اجازه می دهد که شدت توان را برای کنترل تعداد MDها تغییر دهند.

معیار ترافیک AP های به کار گرفته شده، معیار اندازه گیری سطح توازن بر مبنای بار ترافیک هر AP می باشد [13-9 و 7]. [معیار مصرف پهنای باند، معیار اندازه گیری توازن بر مبنای نسبت ترافیک بر پهنای باند می باشد] [10]. با این وجود داده انتقالی با یک توان انتقالی نیازهای کاربران را بر آورده نمی کند. زیرا منجر به یک AP با پهنای باند پایین و تاخیر انتقال می شود. تاخیر با تغییرات پهنای باند تغییر می کند. علاوه بر این، تاخیر صف، بر کارایی سیستم تاثیر گذاشته و باید به حساب آید. بنابر این تاخیر برای مقایسه کارایی در هنگام استفاده از این معیارها نشان داده می شود.

شبکه های ناهمگون بی سیم با اندازه سلول گوناگون و پهنای باند نیاز به نوع جدیدی از توازن بار دارند. یک سلول با اندازه بزرگ، تعداد زیادی از MDها را می پوشاند و برای MDها متحرک با سرعت بالا مناسب می باشد. با این وجود سلول های سایز بزرگ منجر به نرخ داده پایین می شوند که نتیجه آن پهنای باند کم برای هر MD است. متوازن سازی ترافیک APها ی مورد استفاده و مصرف پهنای باند منجر به تاخیرهای انتقال زیادی می شود.

متوازن سازی بار ترافیک با استفاده از روش تنفس سلولی به تنهایی دشوار می باشد.

تنفس سلولی یک روش برای متوازن سازی بار ترافیکی در بین APSها می باشد [2]. این کار منجر به تولید قطعه های برای عدم پوشش ناحیه می شود. به همین منظور بار یک AP بالا می باشد ولی یک AP برای تنظیمات جانبی بار در دسترس نمی باشد در نتیجه درجه متوازن سازی کم خواهد بود. بنابراین مدیریت مدیریت تجمعی (AM) که یک استراتژی برای اختصاص دادن منابع توازن در بین تجمعی ها با کنترل اتصالات چند گانه می باشد برای تنظیم مورد استفاده قرار می گیرد.

در توازن بار، مقدار یک معیار در بین APها تقریبی می باشد. یک ضریب کیفیت (FI) [17 و 16] برای ارزیابی توازن در بین APها در این مقاله مورد استفاده قرار می گیرد. روش های AP مختلفی رنج ترافیک تنظیم بار را محدود می کند و

استراتژی های مختلفی برای توازن معیار های ارزیابی ارائه می دهند . سه نوع معماری شبکه بر مبنای گسترش AP برای محیط های مخابراتی گوناگون به صورت زیر تعریف می شوند .

(A) معماری توازن بار یک بعدی :

برای گسترش AP ها ، (شبکه های بی سیم مش) در طول یک خیابان یا جاده ، بار ترافیکی نقطه می تواند با استفاده از AP نزدیک به هم شود . همان طور که در شکل 1 نشان داده شده است AP2 میتواند ترافیک خود را به AP1 یا AP3 تنظیم نماید تا تعداد همسایه های APها را برای رسیدن به توازن کاهش می دهد .

(B) معماری توازن دو بعدی :

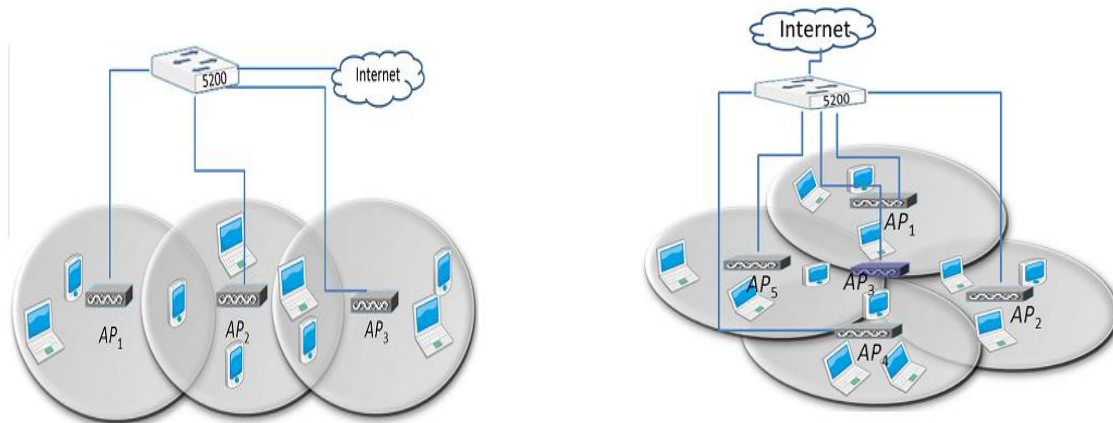
برای توسعه AP در یک محیط [18] به برخی نواحی اجازه دهد تا توسعه یک یا چند AP تحت پوشش قرار گیرند . شکل 2 یک مثال از ساختار دو بعدی را نشان می دهد که در آن بار ترافیکی می تواند در تمام جملات طرح گسترش یابد .

(C) معماری سه بعدی توازن بار :

در معماری سه بعدی ، انواع مختلفی از APها در همان محیط همپوشانی دارند که کاربران می توانند یکی از این سرویس ها را انتخاب کنند (برای مثال 3G/4G یا WLAN) [2] . شکل 3 یک مثال را نشان می دهد که در آن تمام نواحی توسط AP ها پوشش داده شده اند . (برای مثال ایستگاههای پایه 3G/4G) . هر نوع از AP محدوده پوشش پهنای باند و سرعت تامین گوناگونی دارد .

(D) انتخاب مبتنی بر MD

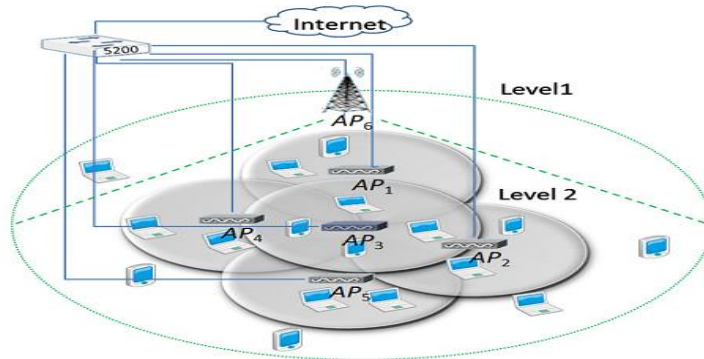
قبل از درخواست سرویس (MD) از طریق AP ، در ابتدا شدت سیگنال اسکن شده و AP تجمعی را بر مبنای فاکتورهایی نظیر شدت سیگنال و سرعت حرکت انتخاب می نماید . بنابراین ، APها نقش غیر فعالی در روش تنفس سلولی دارند . [15و14و7] که در آن شدت سیگنال برای توانا سازی توازن بار و سر ریز کمتر کنترل می شود .



شکل 2:

شکل 1: معماری تک بعدی توازن بار

معماری دو بعدی توازن بار

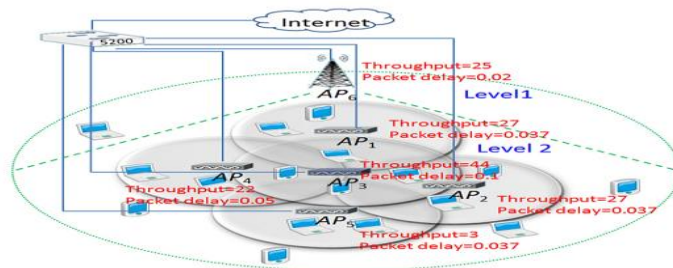


شکل 3: معماری 3 بعدی توازن بار

f) انتخاب مبتنی بر شبکه

AP نقش مهمی در مدیریت درخواست از MD ایفا می کند. روش های مربوط شامل تنفس سلولی و دو روش زیر می باشد.

- کنترل پذیرشی (AC) [19و13]. این روش زمانی استفاده می شود که بار ترافیکی شبکه بی سیم سر ریز شود. این مفهوم برای تامین درخواست جدید و تبدیل آن به بار سبک در زمانی که بار AP اشغال شده بسیار بالا باشد استفاده می شود.
- مدیریت تجمعی: (AM) [20و21]. یک سرور یا کنترلر (یک قطعه ویژه که اطلاعات عمومی در بین APها و MDها دارد) لیست تنظیمات را برای هر AP ارزیابی می کند. AP بدون قطع عملیات انتقال یک پیام پاسخ به MD های مربوط مبتنی لیست می فرستد که نتیجه ی آن توازن بار است [20]



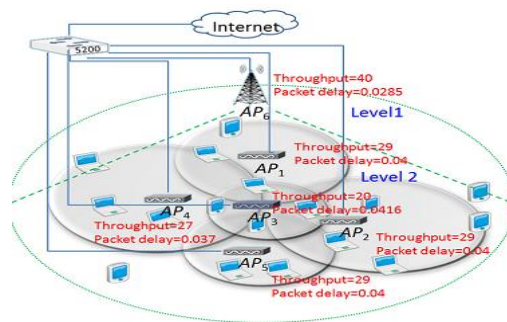
شکل 4: معماری شبکه سه بعدی با بار نامتوازن

مزایای روش تنفس سلولی این است که ابعاد سلول ها بر مبنای ترافیک بار تغییر می نماید. با این وجود تنظیم بار انعطاف پذیری کمی دارد. اندازه سلول می تواند با استفاده از روش تنفس سلولی مقدم بر روش کنترل مشارکتی شود. تاخیر یک معیارکارایی شناخته شده ای است که در شبکه های گوناگونی برای مسایل مختلف مورد استفاده قرار می گیرد.

شبکه های بی سیم ناهمگون که منجر به ترافیک رزرو شده و پهنای مختلفی می شوند مورد نظر این مقاله می باشد . معیارهای متوازن سازی (مانند تاخیر بسته) برای شبکه های بی سیم ناهمگون که متعلق به معماری شبکه های سه بعدی می باشند ، برای برآورده ساختن نیازهای شبکه های 3G و 4G مورد ارزیابی قرار می گیرند [2] . علاوه بر این الگوریتم توسعه که می تواند یک معماری سه بعدی شبکه را تامین نماید پیشنهاد شده و مکانیزم توازن بار بر مبنای 4 نوع توازن (مانند مقدار MD ، ترافیک رزرو شده AP ، مصرف پهنای باند و تاخیر بسته) و به منظور بهبود QOS انتقال مورد ارزیابی قرار می گیرند .

مطالب این مقاله به صورت زیر تنظیم می شود : بخش 2 مروری بر مطالعات انجام شده می باشد . بخش 3 توصیفات مدل شبکه را مطرح می کند . بخش 4 جزئیات الگوریتم توازن بار تاخیری تقریبی را مطرح می کند . و در نهایت بخش 5 شامل نتیجه گیری خواهد بود .

جدول 2: معماری آنالیز عدم توازن بار سه بعدی



شکل 5: ساختار شبکه سه بعدی با بار نامتوازن

2 - مطالعات انجام شده

مطالعات مختلفی روش هایی برای حل مساله تحویل یکپارچه سیار کنترل شده با AP یا MD ارائه داده اند . در مرجع [4] ، نویسندگان یک پشته پروتکل مجتمع با لایه پیوست مجازی عمومی و یک لایه تحویل گیرنده مستقل برای فراهم کردن QOS پیشنهاد داده اند . XU و همکاران مساله تحویل را با پیشنهاد یک الگوریتم دسترسی شبکه مبتنی بر MD که بر مبنای الگوریتم FATHY و BAGHBANKARIM روش تصمیم گیری نرخ تطبیقی را با اعمال مکانیزم فریز در طول یک دوره تحویل فرض نموده اند که MD باعث کاهش تاخیرهای طولانی ناشی از قطعی های موقت بی سیم و خاموشی می شود . [5]

با توجه به استاندارد 802.21 و استانداردهای تحویل رسانه های مستقل (MIH) ، تحویل MD باید توسط شبکه های ناهمگون تائین شود . در این مقاله MIH ، تطبیق نرخ و مکانیزم تعرف MD برای تامین تحویل متوازن بار برای فرآیند های مشارکتی و غیر مشارکتی استفاده می شود .

در حالت کلی راه حل های توازن بار موجود میتوانند به دو نوع روش های تنظیم و روشهای متوازن سازی تقسیم شوند . روش های تنظیم که شامل روش های تنفس سلولی [7،14 و 15] ، AC [13 و 19] و AM [10-12 و 20] می باشد . در مرجع

[10] نویسندگان سه معیار برای ارزیابی توازن بار AP ها ارائه کرده اند: (i) هر کدام از AP یک تعداد MD تقریبی را در بر دارد [ii] ترافیک مبتنی بر AP (iii) مصرف پهنای باند که در آن بار ترافیکی بر مبنای پهنای باند AP تقسیم می شود. در این مقاله، تاخیر بسته که شامل تاخیر انتقال و تاخیر صف می باشد، فرض می شوند تاخیر بر مبنای متوسط بین MD های مصرفی با مدل M/M/1 محاسبه می شوند [22]

Souduni و همکاران، محدودیت های اجرای الگوریتم توازن بار (LBA) را با استفاده از ارزیابی عملی معیار های انتقال حل کرده اند. ولی معیار توازن بار برای AP های موجود در شبکه IEEE802.11 در نظر گرفته نشده [8] Han و Bejerana یک روش محاسباتی min-max برای تعریف انتقال mdها بر مبنای RSSI و بار AP ها ارائه کرده اند. این روش به هیچ اطلاعاتی از MD برای توازن بار سرویس شده در AP ها همراه با LANها ندارد [23 و 7] متاسفانه این روش فقط برای ساختار دو بعدی مناسب بود زیرا منجر به مشکلات چند گانه شکاف و عدم توازن می شد. با این وجود، تاخیر بسته در شبکه های بی سیم ناهمگون متفاوت می باشد.

Yen و همکاران [10] نشان دادند که استفاده از روش AM می تواند مشکلات توازن AP های جدا را حل کند، ولی منجر به اثر پینگ پونگی خواهد شد [24] که در آن یک MD می تواند به صورت مشارکتی یا غیر مشارکتی بین دو AP اضافه بار یافته قرار گیرند. در نتیجه سرریز برای حالت اتصال یا عدم اتصال بزرگ خواهد بود. Saberi و همکاران [11] از یک روش FI [17] یک روش AM برای بهبود و توازن بار در نواحی همپوشانی یافته در AP ها ارائه کرده اند. یکی از مزایای این است که روش پیشنهادی می تواند ترافیک را در AP های از بار سنگین تا سبک تنظیم نماید و نرخ پردازش در نواحی همپوشانی یافته را محدود نماید که از توازن بار کلی جلوگیری نماید. این مساله محدودیت های تمام روش های کلی بجز روش تنفس سلولی می باشد. مزیت روش تنفس سلولی این است که یک MD به صورت خودکار فراخوانی می شود که منجر به مشارکت با AP بار سبک خواهد شد. با این وجود مشکل slit در یک WLAN، حل نشده باقی می ماند. ALNAHARIA و همکاران تاثیرات توازن روش کنترل پذیرشی را در QOS های مختلف بررسی کرده و سناریوهای ترافیکی برای کاربران جدید و سیستم های موجود در دسترسی چندگانه پهن باند، ارائه کردند (WCDMA) [19]. در این مقاله، معیار روش کنترل پذیرشی برای متوازن کردن کاربران موجود و امتناع از تداخل با سرویس های موجود، اعمال می شود. علاوه بر این معماری شبکه، یک شبکه ناهمگون با یک سیستم هم شکل می باشد.

3 مدل شبکه و توصیف مشکل :

3-1: مدل شبکه

مشکل توازن بار سه بعدی می تواند به وسیله گراف $G(V, I)$ مدل شوند که V یک سری از گره های موجود در شبکه و I یک سری لینک های (U, V) را نشان می دهد. مجموعه گره V دارای دو زیر مجموعه VMD و VAP می باشد که به ترتیب مربوط به MD و AP خواهند بود. هر گره VEVMD فقط با گره UEVAP در رنج انتقال مشارکت خواهد داشت. در حالت عمومی، یک AP یک کنترل دیتای متوسط (MAC) را برای اتصال MD تامین می نماید. هر AP یک کارت ارتباط شبکه (NIC) را برای اجرای پروتکل نقطه دسترسی داخلی (IAPP) [25] از طریق شبکه بی سیم مانند (WIMN) یا شبکه با سیم (اترنت) و تبادل پیام کنترلی با APهای همسایه خواهد داشت. هر MD دارای چندین مد (مانند آنتن چند هدفه متصل به

AP با رنج بالا یا کم) خواهد بود. باید توجه داشت که هر MD می تواند فقط با یک شبکه بی سیم در یک زمان مشارکت داشته باشد.

3-2: مدل تاخیر

هدف این مقاله توازن سازی بار APها برای کاهش تاخیر گره به گره ONE-LOOP می باشد که به عنوان زمان مورد نیاز برای یک صف داده در AP برای ارسال موقت داده به MD و یا صف داده در MD برای ارسال موقت داده به AP مورد نظر می باشد، تعریف می شود. تاخیر انتقال شامل زمان انتشار (زمان برای ارسال داده بین فرستنده و گیرنده) زمان ارسال (زمان برای ارسال تمام داده از فرستنده به گیرنده در زمان ایجاد شده) زمان پردازش (زمان مورد نیاز برای مسیر یابی) و تاخیر صف (زمان مورد نیاز برای یک بسته برای بافر کردن یک گره قبل از ارسال) می باشد. چون زمان انتشار و زمان پردازش کوتاه می باشد، تاخیر صف و زمان ارسال به عنوان تاخیر بسته در نظر گرفته می شود. تاخیر بسته بر مبنای مدل صف M/M/1 [22] محاسبه می شوند. تابع تاخیر که B4 نشانگر نرخ سرویس APU (که توسط پهنای باند تعریف می شود) و FU نشانگر نرخ ورود ترافیک (مبتنی بر توزیع پواسون) است. بنابراین تاخیر بسته، که شامل زمان ارسال و صف می باشد، زمان مورد نیاز برای انتقال داده بین یک AP و MD است.

3-3: مدل عدالتی fairness

معیارهای ارزیابی بر مبنای ثابت های زیر ارزیابی می شوند [17]

(A) شاخص عدالت (FI): FI برای وزن دهی به توزیع بار مورد استفاده قرار می گیرد [17]. رابطه آن به صورت $(\sum_{u \in V_{AP}} du) / |v_{AP}| \sum_{u \in V_{AP}} d_u^2$ است که d_u تاخیر بسته مربوط به APU است. این فرمول با استفاده از مزیت انحراف معیار تعریف می شود.

(B) تغییرات تاخیر (w)؛ شرایط توازن بار APها با تغییرات تاخیر بین طولانی ترین (MAX=10) و کوتاهترین تاخیر بسته (MIN=9) برابر (MIN-MAX) می باشد. زمانیکه رنج تغییرات کوچک باشد (W1=MAX-MIN=1) شبکه متوازن خواهد بود و بر عکس (MAX=10, MIN=1, W2=9) یک شرایط توازن بهینه در زمان صفر بودن تغییرات بدست خواهد آمد.

4- روش تنظیم پیشنهادی و روش ارزیابی

مفاهیم اساسی روش تنظیم مبتنی بر دانه پیشنهادی به صورت (i) حرکت AP با بیشترین تاخیر بسته به AP با کمترین تاخیر بسته (ii) جابجایی دورترین گره در ابتدا با استفاده از مفهوم تنفس سلولی، با این وجود عدم مشارکت حقیقی گره با استفاده از روش مشارکتی اجرا می شود. هدف رسیدن به تاخیر بسته متوسط تقریبی تمام APها برای کمینه سازی AP با سنگین ترین بار می باشد. (FI نزدیک به 1) مرحله یک:

مقداردهی اولیه: هر MD با قوی ترن RSSI APU ($Z_{UV}=1$) مشارکت کرده و MD های سرعت بالا با AP های سرعت پایین مشارکت نخواهند داشت. نرخ انتقال C_u با استفاده از دورترین MD تعریف می شود. بنابراین پهنای باند B_u هر AP با تابع پهنای باند (g_u, c_u, e_n) تعریف می شود.

مرحله 2: جستجو برای AP با بیشترین تاخیر

AP با بیشترین تاخیر AP_u کاندیدایی می باشد که می تواند مشارکت MD از AP های همسایه را حذف نماید.

مرحله 3: جستجو برای AP با کمترین تاخیر بر مبنای مرحله 2، AP با کمترین تاخیر که توسط AP با بیشترین تاخیر پوشیده می شود.

مرحله 4: جستجو برای MD مناسب برای تنظیم. MD مناسب جستجو شده حرکت از AP با بیشترین تاخیر به AP با کمترین تاخیر برای توازن بار را نشان می دهد.

مرحله 5: محاسبه نتایج دوره حاضر، زمانی که یک MD برای اتصال به AP جدید پیدا شده و ترافیک و تاخیر را پس از تنظیم MD محاسبه می نماید. رنج سیگنال بر مبنای MD مورد استفاده برای کاهش داخل و افزایش پهنای باند محدود می شود.

الگوریتم TALB

نتایج پایدار با استفاده از معیارهای تاخیر بسته، مصرف پهنای باند و ترافیک AP به دست می آید. این امر به این دلیل اتفاق می افتد که روش تنفس سلولی برای توسعه هدف استفاده شده و باعث تغییر در پهنای باند AP می شود. زمانی که رنج سیگنال افزایش یابد، تاخیر تعداد زیادی MD افزایش می یابد. برای مثال یک AP با پهنای باند 40Mbps دارای متوسط تاخیر برابر 1ms خواهد بود.

ترکیبات پهنای باند متغیر

زمانی که پهنای باند AP افزایش می یابد، متوسط تاخیر و تغییرات تاخیر کاهش یافته و FI افزایش می یابد.

تغییر درخواست های ترافیک MD

تاخیر متوسط و تغییرات تاخیر با افزایش درخواست های ترافیک افزایش می یابد. زمانی که بار ترافیکی بزرگ باشد به پهنای باند AP می رسد در نتیجه تاخیر و تغییرات تاخیر در هنگام استفاده از معیار مقدار MD به صورت نمایی افزایش می یابد.

پهنای باند متغیر

(a) شرایط 1 تعداد MD های مختلف

در حالت کلی کارایی پاسخ حل شده با روش TALb بهتر از روش AM می باشد. همان گونه که در شکل ها 15 و 16 نشان داده شده است بار ترافیکی هنگام افزایش تعداد MD ها افزایش می یابد تعداد گره ها در زمان، استفاده از معیار MD و ترافیک استفاده شده AP افزایش می یابد که منجر به افزایش سریع تاخیر متوسط و تغییر تاخیر می شود.

(b) شرایط 2: تعداد متغیر APها

تعداد منابع استفاده شده با افزایش تعداد APها افزایش می‌یابد. که منجر به بهبود کارایی خواهد شد. در حالت کلی روش TALB نمایانگر 25% بهبود تاخیر متوسط در مقایسه با روش AM خواهد بود که در شکل‌های 17 و 18 نشان داده شده است. زمانی که تعداد APها کاهش می‌یابد مقدار MDهای مورد استفاده در هر AP افزایش خواهد یافت. شرایط 3 درخواست ترافیک MD متغیر بار ترافیکی در زمان افزایش درخواست ترافیک MD افزایش می‌یابد. الگوریتم TALB پیشنهادی کارایی بالاتری نسبت به روش AM (جدود 16.6%) خواهد داشت. که در شکل‌های 19 و 20 نشان داده شده است. مصرف پهنای باند و معیار تاخیر کمتر و بار در طول APها توزیع می‌شود. زمانی که بار ترافیکی بالاتر باشد، مقدار MD و ترافیک درخواست شده AP بدتر می‌شود. زیرا بار APهای زیادی بالا بوده و پهنای باند کم می‌باشد. این دو روش نمی‌توانند پهنای باند متغیر AP را نشان دهند. بنابراین روش پیشنهادی می‌تواند برای توازن بار در بین APها با پهنای باند متغیر استفاده شود.

شرایط 4، پهنای باند متغیر AP

در حالت کلی تاخیر و تغییرات تاخیر با افزایش پهنای باند در دسترس کاهش می‌یابد. روش TALB پیشنهادی روش AM را بهبود می‌دهد مصرف پهنای باند و معیار تاخیر بسته و تغییرات تاخیر بالا خواهد بود. این امر به این دلیل است که، پهنای باند AP در این دو معیار مورد استفاده قرار نمی‌گیرد. همچنین معیار مصرف پهنای باند مشکل تغییرات پهنای باند را کاهش می‌دهد. تاخیر صف در نظر گرفته نمی‌شود. در نتیجه معیار تاخیر منجر به نتیجه با بهترین توازن خواهد شد.

به صورت خلاصه با استفاده از معیار توازن بار و MDهای متغیر می‌توان MD را متوازن سازی کرد. ولی این امر منجر به یک عدم توازن در زمان درخواست ترافیک‌های متغیر MD خواهد شد. اگر APها بر مبنای معیار ترافیک استفاده شده AP متوازن شوند، آن‌ها فقط یک جریان متوازن از سرویس AP تولید می‌کنند که خود منجر به عدم توازن در پهنای باندهای مختلف AP خواهد شد. اگر مصرف پهنای باند به عنوان معیار متوازن سازی استفاده شود APها می‌توانند در پهنای باند مصرفی مختلف به توازن برسند. با این وجود یک AP نمی‌تواند به تاخیر توازن برسد زیرا تاخیر در ساختار مصرف پهنای باند در نظر گرفته نمی‌شود. در نتیجه بار ترافیکی APها در زمان در نظر گرفتن تاخیر بسته متوازن نخواهند شد. معیار تاخیر بسته، تاخیر انتقال و تاخیر صف مربوط به هر AP در طول جریان را برای رسیدن به QoS درخواستی کاربران فعال می‌سازد.

نتیجه‌گیری

در این مقاله مشکل توازن بار سه بعدی، که با استفاده از الگوریتم پیشنهادی TALB حل شده، ارائه شده است. کارایی این روش با روش AM از نظر زمان استفاده، مقدار MD و ترافیک استفاده شده AP و پهنای باند مصرفی معیار تاخیر بسته مقایسه شده است. معیار تاخیر پیشنهادی بهتر از سه معیار دیگر در رسیدن به تاخیر پایین و تغییرات تاخیر مانند توازن

بار خواهد بود. (ارزیابی شده بر مبنای FI) . این روش همچنین منجر به رسیدن به هدف توازن بار برای فراهم آوردن درخواست QoS کاربران خواهد بود. مصرف پهنای باند بهتر از مقدار MD و معیار ترافیک استفاده شده است زیرا APهای ناهمگون، در شبکه‌های بی‌سیم دارای پهنای باند مختلف می‌باشند. تاخیر می‌تواند برای بارهای ترافیکی، پهنای باند و انواع مختلف APهای شبکه‌های ناهمگون استفاده شود.

مطالعات پیشنهادی می‌توانند بر روی سرریز و حرکت مشکلات مشارکتی و غیرمشارکتی کار کنند. پاسخ نیاز به بررسی موردی دارد که در آن برخی MDها در هر اسلات زمانی به داخل و برخی به خارج حرکت می‌کنند. الگوریتم پیشنهادی برای کاربردهای شامل اجرای ترتیبی عملیات در سرعت‌های مختلف مناسب می‌باشد. برای هر درخواست تحویل، مساله توازن در فرایند تنظیم در نظر گرفته می‌شود. بنابراین روش مدولاسون برای اطمینان از قابلیت اطمینان دسترسی در حرکت تنظیم می‌شود. که منجر به تغییر به منجر به تغییر پهنای باند و مکان‌های MD می‌شود. در نتیجه توازن توسط اسلات‌های زمانی تقسیم شده ارزیابی می‌شود.

مراجع

- [1] Xu H, Tian H, Zhang P. A novel terminal-controlled handover scheme in heterogeneous wireless networks. *Comput Electr Eng* 2010;36(2):269–79.
- [2] Garcia LGU, Kovacs IZ, Pedersen KI, Costa GWO, Mogensen PE. Autonomous component carrier selection for 4G femtocells – a fresh look at an old problem. *IEEE J Sel Areas Commun* 2012;30(3):525–37.
- [3] Abusubaih M. Joint RTS/CTS and time slotting for interference mitigation in multi-BSS 802.11 wireless LANs. *Comput Electr Eng* 2012;38(3):672–80.
- [4] Jackson Juliet Roy J, Vaidehi V, Sricharan MS. QoS guaranteed integration methodology for a WLAN-WiMAX heterogeneous network. *Comput Electr Eng* 2011;37(3):261–74.
- [5] Baghban Karimi O, Fathy M. Adaptive end-to-end QoS for multimedia over heterogeneous wireless networks. *Comput Electr Eng* 2010;36(1):45–55.
- [6] Lin C-P, Chen H-L, Leu J-S. A predictive handover scheme to improve service quality in the IEEE 802.11 network. *Comput Electr Eng* 2012;38(3):681–93.
- [7] Bejerano Y, Han SJ. Cell breathing techniques for load balancing in wireless LANs. *IEEE Trans Mobile Comput* 2009;8(6):735–49.
- [8] Soudani A, Divoux T, Tourki R. Data traffic load balancing and QoS in IEEE 802.11 network: experimental study of the signal strength effect. *Comput Electr Eng* 2012;38(6):1717–30.
- [9] Papanikos I, Logothetis M. A study on dynamic load balance for IEEE 802.11b wireless LAN. In: Proc of int'l conf comm control (COMCO); 2001. p. 83–9.
- [10] Yen LH, Yeh TT, Chi KH. Load balancing in IEEE 802.11 networks. *IEEE Internet Comput* 2009;13(1):56–64.
- [11] Jabri I, Krommenacker N, Divoux T, Soudani A. IEEE 802.11 load balancing: an approach for QoS enhancement. *Int J Wirel Netw* 2006;15(1):16–30.

- [12] Sheu ST, Wu CC. Dynamic load balance algorithm (DLBA) for IEEE 802.11 wireless LAN. *Tamkang J Sci Eng* 1999;2(1):45–52.
- [13] Zhao D, Zou J, Todd TD. Admission control with load balancing in IEEE 802.11-based ESS mesh networks. *Wirel Netw* 2007;13(3):351–9.
- [14] Bahl P, Jain K, Qiu L, Saberi A. Cell breathing in wireless LANs: algorithms and evaluation. *IEEE Trans Mobile Comput* 2007;6(2):164–78.
- [15] Bejerano Y, Hang SJ. Cell breathing techniques for load balancing in wireless LANs. In: *Proc of IEEE INFOCOM*; 2006. p. 735–49.
- [16] Bianchi G, Tinnirello I. Improving load balancing mechanisms in wireless packet network. In: *Proc. of IEEE international conference on communications (IEEE ICC)*; 2002. p. 891–5.
- [17] Jain R, Hawe W, Chiu D. A quantitative measure of fairness and discrimination for resource allocation in shared computer systems. DEC-TR-301 1984.
- [18] He J, Chen J, Chan S-HG. Extending WLAN coverage using infrastructureless access points. In: *Proc of workshop on high performance switching and routing (HPSR)*; 2005. p. 162–6.
- [19] Al-naharia AY, El-Dolilb SA, Desoukyb MI, Abd El-samie FE. Power-based multi-cell call admission control scheme for wideband-CDMA systems. *Comput Electr Eng* 2010;36(5):935–47.
- [20] Bejerano Y, Han SJ, Li L. Fairness and load balancing in wireless LANs using association control. *IEEE/ACM Trans Netw* 2007;15(3):560–73.
- [21] Sun T, Trappe W, Zhang Y. Improved AP association management using machine learning. In: *Proc of ACM MobiCom, Poster*; 2010. p. 4–6.
- [22] Tambouratzis DG. Study of a special M/M/1 queue. *J Appl Probab* 1971;8(3):630–1.
- [23] Xie J, Howitt I. Multi-domain WLAN load balancing in WLAN/WPAN interference environments. *IEEE Trans Wirel Commun* 2009;8(9):4884–94.
- [24] M_Jrquez-Barja J, Calafate CT, Cano J-C, Manzoni P. An overview of vertical handover techniques: algorithms, protocols and tools. *Comput Commun* 2011;34(8):985–97.
- [25] O'Hara B, Petrick A. IEEE 802.11f inter access point protocol (IAPP), In: *IEEE 802.11 handbook: a designer's companion*; 2005. p. 217–9.