

افزایش قابلیت اطمینان در ارسال ویدئو بر روی شبکه های سیار موردی

نستوه طاهری جوان، هوتن ژیان، سید علی جوکار و مسعود صباپی

دانشگاه صنعتی امیرکبیر (پلی تکنیک تهران)، دانشکده مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، آزمایشگاه شبکه های کامپیوتری پیشرفته
{nastoo, hootan.zhian, alijokar, sabaei}@aut.ac.ir

چکیده - به دلیل خصوصیات ذاتی شبکه های سیار موردی از قبیل تحرک گره ها، توپولوژی بسیار پویا، تداخل و نبود زیرساختار ثابت، نرخ از بین رفتن اتصال ها بسیار بالاتر از دیگر شبکه ها است. با توجه به محدودیت پهنای باند، بالا بودن تأخیر و نرخ از بین رفتن بسته ها، به روش های پیشرفته تر و کارتری جهت فشرده سازی ویدئو در این شبکه ها نیاز است. از دیدگاه دیگر با استفاده از راهکارهای فشرده سازی سخت تر ویدئو، ارسال داده به شدت در برابر خطا حساس خواهد شد و حتی خطاهای بسیار کوچک نیز باعث بلااستفاده شدن کل جریان ویدئویی خواهند شد. در این پژوهش برای افزایش قابلیت اطمینان در ارسال ویدئو بر روی شبکه های سیار موردی یک راهکار بر اساس الگوریتم مسیریابی ارائه شده است. در راهکار پیشنهادی مبدأ ابتدا ویدئوی ارسالی را کدگذاری می کند، سپس مبدأ با اصلاح الگوریتم مسیریابی، چندین مسیر مجزا تا مقصد کشف کرده و فریم های ویدئویی را بر اساس اولویت آنها و بر اساس شرایط مسیرهای کشف شده، به طور همزمان به سمت مقصد ارسال خواهد کرد. نتایج شبیه سازی حاکی از آن است که با استفاده از ایده پیشنهادی کیفیت ویدئوی دریافتی در مقصد نسبت به سایر روش ها افزایش می یابد.

کلید واژه- شبکه های سیار موردی، ارسال ویدئو، افزایش قابلیت اطمینان.

۱- مقدمه

عموماً بالا می باشد، نیاز به شگردهای پیشرفته و کارای فشرده سازی کاملاً محسوس می باشد. اما با فشرده سازی بیشتر و سخت تر اطلاعات، جریان های بی تی حاصل در برابر خطا به شدت حساس می شود و در صورتی که مکانیزم های مناسبی برای مقابله با آن اندیشیده نشود، این خطاها می توانند باعث بلااستفاده شدن کل جریان ویدئویی با بروز حتی یک خطای کوچک شوند.

در نگاه اول راحت ترین راه برای مقابله با مشکل از بین رفتن بسته های حاوی اطلاعات ویدئویی ارسال دوباره ی آنها به نظر می رسد؛ اما از آنجا که در کاربردهای بلادرنگ امکان استفاده از ارسال مجدد و در نتیجه تحمل تأخیرهای حاصل از آن بسیار محدود است و همچنین با توجه به اینکه امکان بروز خطا در بسته های دوباره ارسال شده نیز موجود است، نیاز به شگردهائی جهت مقابله و کاهش اثرات خطا در جریان های ویدئویی کاملاً محسوس می باشد. البته دست یابی به این شگردها و در نتیجه مقاوم نمودن ویدئو در برابر خطا به قیمت از دست رفتن کارائی کدگذاری و در نتیجه افزایش نرخ بی تی جریان ویدئویی تمام می شود که این خود دوباره باعث خواهد شد که به خانه ی اول بازگردیم.

برای حل این مشکل، بایستی توازنی بین کارائی فشرده سازی و میزان بهبودپذیری در برابر خطا ایجاد نماییم. در این مقاله ما برای غلبه بر این مشکل یک راهکار وابسته به الگوریتم مسیریابی ارائه می دهیم. برای این منظور ما از یک روش کدگذاری لایه ای استفاده می کنیم که در این کدگذاری فریم های ویدئویی به دو گروه تقسیم می شوند؛ یک، لایه پایه (فریم های I و P)، دو، لایه بهبود (فریم های B). از طرف دیگر با ایجاد تغییرات در الگوریتم مسیریابی سعی خواهد شد چندین مسیر مجزای

یک شبکه سیار موردی تنها شامل گره های سیار است که بدون ایستگاه ثابت و اتصال سیمی برای مبادله اطلاعات و مدیریت شبکه بکار گرفته می شوند [1]. هر گره سیار نه تنها مانند یک میزبان، بلکه به عنوان یک مسیریاب نیز عمل می کند. در این حالت گره ها خود، مسئول به جلو راندن بسته ها به سایر گره های سیار موجود در شبکه می باشند [2].

در میان موضوعات تحقیقاتی پیرامون شبکه های سیار موردی، بحث انتقال ویدئو بر روی شبکه های بی سیم موردی از جمله زمینه های تحقیقاتی جدید و فعال می باشد که هنوز در حال رشد و تکمیل است [3]. برقراری امکان ارسال ویدئو بر روی شبکه های موردی بسیار چالش برانگیزتر از انتقال آن بر روی سایر شبکه های بی سیم است. ارتباط های بی سیم در شبکه های موردی بسیار مستعد خطا بوده و به علت حرکت گره ها، تداخل، محو شدن کانال و نبود ساختار، می توانند متناوباً از میان بروند.

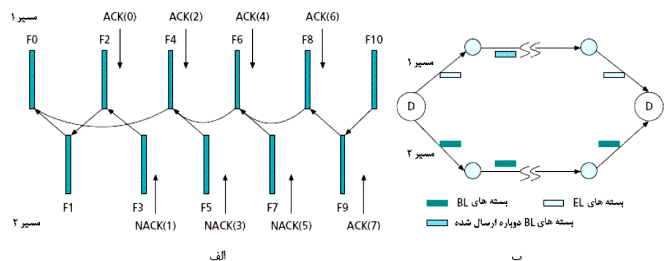
با توجه به خصوصیات شبکه های سیار موردی از یک طرف و کاربردهای چندرسانه ای از طرف دیگر، ارسال داده های حجیم مانند ویدئو بر روی شبکه های سیار موردی، علاوه بر نیاز به سخت افزارهای خاص با قدرت های پردازشی مناسب و امکانات حافظه ای کافی، نیازمند پهنای باند نیز هستند تا محدودیت های مختلف و سختی که در کیفیت سرویس مورد نیاز خود وجود دارند را تأمین کنند. از آنجا که محدودیت پهنای باند، تأخیر و نرخ از دست رفتن بسته ها در شبکه های بی سیم

ناحیه ای بین مبدأ و مقصد کشف شود و برای ارسال فریم‌های ویدئویی به سمت مقصد به طور همزمان از این مسیرها استفاده شود. در ادامه این مقاله و در بخش دوم کارهای پیشین مرور می‌شوند. در بخش ۳ جزئیات الگوریتم پیشنهادی ارائه شده و در بخش ۴ نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی بیان می‌شوند. در نهایت در بخش ۵ یک نتیجه گیری اجمالی از کار صورت گرفته ارائه می‌شود.

۲- کارهای مرتبط

خصوصیات سیگنال‌های ویدئوی فشرده شده، همچون VLC، MC، ME و غیره موجب می‌شود که ویدئوی فشرده شده به کوچکترین خطا فوق‌العاده حساس باشد. قنبری نشان داد که می‌توان جریان ویدئویی را به دو یا چند جریان مجزا کد کرد به گونه ای که یکی از جریانها اولویت بالاتری را از دیدگاه ویدئویی دارا باشد [4]. به عبارتی می‌توان اطلاعات حیاتی ویدئو را به عنوان لایه‌ی مبنا در نظر گرفت که در گیرنده قادر به ساخت تصویری کلی از ویدئو باشد و سپس لایه‌های دیگر را به عنوان لایه(ها)ی بهبود تصور نمود که اطلاعات بیشتری را در رابطه با جزئیات تصاویر حمل می‌کند. سپس نشان داد که اگر بتوانیم این لایه‌ها را بر حسب اهمیت در شبکه به گونه ای اولویت دهی نماییم (به عنوان مثال، در صف‌ها هنگام ایجاد ازدحام) می‌توانیم به شگردی برای بهبودپذیری در برابر خطا دست یابیم.

وانگ، پانوار و دیگران در تعدادی روش را پیشنهاد داده‌اند که از آن بین می‌توان به روش انتخاب تصویر مرجع بر اساس بازخورد اشاره کرد که در آن از یک کدگذار معمول برای تولید جریان استفاده می‌شود. بدین معنی که کدگذار ویدئو را به یک جریان کدگذاری می‌کند. در اینجا فرستنده فریم‌های زوج و فرد را از جریان خروجی جدا کرده و فریم‌های زوج را از مسیری که ما در اینجا آن را مسیر زوج می‌نامیم، ارسال می‌کند و به همین ترتیب فریم‌های فرد را نیز از مسیر فرد به گیرنده ارسال می‌کند. کدگذار دائماً وضعیت دو مسیر را بررسی می‌کند، بدین صورت که با دریافت اولین NACK از هر یک از مسیرها، آن مسیر به عنوان "بد" علامت گذاری می‌شود و لذا در هنگام کدگذاری تنها از فریم‌هایی به عنوان فریم مرجع استفاده می‌شود که یا بر روی مسیر "خوب"، مسیری که اخیراً از آن ACK دریافت کرده‌ایم، ارسال شده‌اند و یا اینکه ACK مربوط به آن فریم‌ها به هر صورت، در یافت شده باشد. در شکل ۱ روند کاری این روش به صورت شماتیک ارائه شده است.



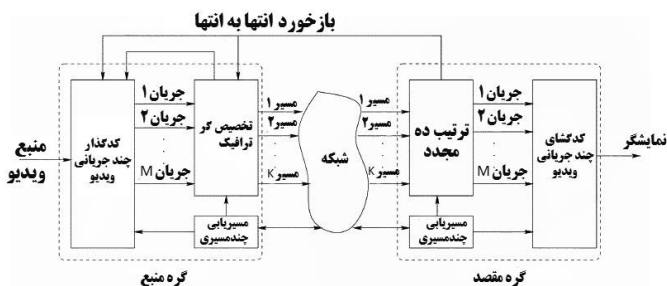
شکل ۱: روش RPS [5]

به عنوان روش دوم می‌توان به کد کردن لایه‌ای با ARQ انتخابی اشاره کرد [6]. در این روش کدگذار، ویدئو را به دو یا چند جریان کد می‌کند.

که یکی از جریان‌ها حاوی اطلاعات حیاتی و پایه برای نمایش ویدئو می‌باشد و سایر لایه‌ها اطلاعات مربوط به جزئیات را منتقل می‌کنند. در اینجا بسته‌های مربوط به لایه‌ی پایه از مسیر بهتر، یعنی مسیری که نرخ از میان رفتن بسته‌ی کمتری را دارا می‌باشد، ارسال شده و بسته‌های مربوط به لایه‌ی بهبود از مسیر دیگری ارسال می‌شوند. در صورت از میان رفتن بسته‌های لایه‌ی پایه، گیرنده یک پیام ARQ را به فرستنده ارسال می‌کند تا فرستنده نسبت به ارسال مجدد آن بسته‌ها اقدام نماید. در این حالت بسته‌های از میان رفته از طریق مسیر لایه‌ی بهبود به گیرنده ارسال می‌شوند. این کار به سه دلیل انجام می‌شود:

- ۱- نرخ بیتی انتقال در مسیر لایه‌ی پایه‌ی تغییر نکرده و تنها نرخ انتقال بیتی مسیر لایه‌ی بهبود کاهش یابد.
- ۲- در صورتی که از میان رفتن بسته‌ها در مسیر لایه‌ی پایه به علت ازدحام در یک گره میانی بوده باشد، ارسال مجدد بسته‌ها بر روی این مسیر باعث تداوم ازدحام و همچنین از میان رفتن دوباره بسته‌ها می‌شود؛
- ۳- به دلیل وابسته نبودن دو مسیر احتمال رخداد خطا در هر دو مسیر به صورت همزمان کاهش یابد.

در شکل ۲ ساختار عمومی این روش ارائه شده است.



شکل ۲: ساختار عمومی برای کد کردن چندجریانی [6]

به عنوان روش سوم می‌توان به کد کردن چند توصیفی اشاره کرد. در این حالت کدگذار دو توصیف را تولید می‌کند. این کار وسیله‌ی ارسال فریم‌های زوج به عنوان یک توصیف و فریم‌های فرد به عنوان توصیف دیگر صورت می‌پذیرد. فرض کنید زمانی که تصویر n را کدگذاری می‌نماییم، کدگذار دو نوع پیشگویی را صورت دهد:

- پیشگویی حاصل از تطبیق خطی دو فریم کد شده قبلی، (فریم‌های n-1 و n-2) که پیشگویی مرکزی نامیده می‌شود.
- پیشگویی حاصل از تصویر کد شده قبلی که در همین توصیف قرار داشته، (تصویر n-2) که پیشگویی جانبی نامیده می‌شود.

سپس کدگذار دو سیگنال را برای تصویر n کد می‌کند. این سیگنال‌ها عبارتند از: خطای پیشگویی مرکزی (تفاوت بین تصویر n و پیشگویی مرکزی) و سیگنال عدم تطابق ارجاع (reference mismatch signal) (اساساً اختلاف بین پیشگویی‌های مرکزی و جانبی). زمانی که هر دو توصیف دریافت شوند، کدگشا می‌تواند پیشگویی مرکزی را دوباره تولید کند و تصویر را با افزودن خطای پیشگویی مرکزی به پیشگویی مرکزی بازسازی کند.

علاوه بر این روش‌ها، در سالهای اخیر تحقیقات متفاوتی برای ارسال

۳- راهکار پیشنهادی

به طور خلاصه می‌توان گفت در ایده پیشنهادی، مبدأ سعی می‌کند با کمک الگوریتم مسیریابی اصلاح شده چندین مسیر مجزا تا مقصد برقرار کند. بعد از یافتن این مسیرها، مبدأ ویدئوی ارسالی را به کمک یک روش لایه‌ای کدگذاری کرده و هر یک از فریم‌های ویدئویی را با توجه به خصوصیات مسیرهای کشف شده از طریق یک مسیر به سمت مقصد ارسال می‌کند.

۳-۱- شیوه مسیریابی

مبدأ در ایده پیشنهادی برای ارسال ویدئو به سمت مقصد نیاز به برقراری چندین مسیر به طور همزمان دارد. استفاده از چندین مسیر به طور همزمان مزایایی از قبیل کاهش تأخیر انتها به انتها و متعادل کردن بار در پی دارد. بسیاری از ایده‌های چندمسیری موجود برای افزایش تحمل‌پذیری خطا استفاده از مسیرهای مجزای گره‌ای را بهترین راهکار می‌دانند. اما در شبکه‌های بی‌سیم ارسال اطلاعات از طریق مسیرهای کاملاً مجزا نیز از هم مستقل نیستند و رقابت‌های لایه MAC برای در اختیار گرفتن کانال مشترک موجب می‌شود استفاده از دو مسیر کاملاً مجزا نیز به یکدیگر وابسته شود. برای حل این مشکل ما از مسیرهای مجزای ناحیه‌ای به جای مسیرهای مجزای گره‌ای استفاده خواهیم کرد[15].

طبق تعریف [15] دو مسیر را مجزای ناحیه‌ای گوئیم که در این دو مسیر هیچ دو گره‌ای با هم همسایه نباشند. برای کشف مسیرهای مجزای ناحیه‌ای بین مبدأ و مقصد باید اصلاحاتی در الگوریتم مسیریابی مورد نظر ایجاد شود. در اینجا ما از الگوریتم مسیریابی DSR به عنوان الگوریتم مسیریابی پایه استفاده می‌کنیم و این الگوریتم را به نحوی تغییر می‌دهیم که توانایی کشف مسیرهای مجزای ناحیه‌ای را بین مبدأ و مقصد داشته باشد.

در راهکار پیشنهادی یک فیلد جدید با عنوان ActiveNeighborCount و با مقدار اولیه صفر در سرآیند بسته‌های RREQ ایجاد می‌شود. این فیلد در واقع تعداد همسایه‌های فعال برای گره‌های موجود در یک مسیر را شمارش می‌کند. در اینجا منظور از همسایه‌های فعال گره‌هایی هستند که قبلاً همین RREQ را دریافت کرده‌اند و این احتمال وجود دارد که مبدأ و مقصد برای تبادل اطلاعات بین خود، مسیری دیگر را که از آن گره می‌گذرد، نیز انتخاب کرده باشند که در این صورت ارسال اطلاعات از طریق این دو مسیر، به هم وابسته است. به علاوه برای پیاده سازی الگوریتم پیشنهادی، همه گره‌ها باید یک جدول با عنوان RREQ Seen نگهداری کنند، که در این جدول مشخصات RREQ های دریافت شده توسط هر گره ثبت می‌شود.

مبدأ برای شروع فرآیند کشف مسیر یک بسته درخواست مسیر را تولید و پخش می‌کند. همانطور که ذکر شد، مقدار اولیه فیلد ActiveNeighborCount در این بسته، صفر می‌باشد. در این حالت هر یک از گره‌های میانی که یک RREQ را دریافت کرد، ابتدا مشخصات آن را در جدول RREQ Seen خود درج می‌کند، اما قبل از ارسال این

ویدئو بر روی شبکه‌های موردی صورت گرفته است. نویسندگان در [7] ارسال ویدئو در شبکه‌های موردی را با رویکرد کیفیت خدمات مورد تحقیق قرار داده‌اند. در این مقاله آنها دو رویکرد بدون برخورد برای استریم ویدئو بر روی شبکه‌های موردی ارائه کرده‌اند. آنها با توجه به رویکردهای رزرواسیون و مکانیزم‌های دسترسی به کانال، یک متد تحلیلی برای ترافیک ویدئو در این شبکه‌ها پیشنهاد داده‌اند.

محققان در [8] یک ایده جدید بین لایه‌ای برای ارسال استریم ویدئو بر روی شبکه‌های موردی ارائه داده‌اند. در این ایده بر اساس اطلاعات موجود در لایه‌های کاربرد، MAC و فیزیکی در هر گره یک حالت مناسب برای PHY به صورت توزیع شده انتخاب می‌کند. هدف آنها از این کار کاهش تأخیر انتها به انتها حین ارسال استریم ویدئو و به حداقل رساندن نرخ از بین رفتن بسته‌هاست.

در [9] محققان با استفاده از اصلاح کدگذاری ویدئو، به ارسال داده‌های ویدئویی بر روی شبکه‌های سیار پرداخته‌اند. آنها در این مقاله از کدگذاری ویدئو به روش SVC استفاده کرده‌اند و توانایی‌ها، قابلیت‌ها و مزیت‌های استفاده از SVC را در شبکه‌های سیار بررسی کرده‌اند.

در [10] نویسندگان یک ایده کدگذاری جدید برای ویدئو با توجه به رویکردهای مسیریابی برای شبکه‌های موردی پیشنهاد داده‌اند. در این ایده آنها برای تخمین احتمال از بین رفتن بسته‌های داده از پیام‌های استاندارد مسیریابی در شبکه‌های موردی استفاده می‌کنند. از طرفی برای کاهش اثرات مخرب از بین رفتن بسته‌ها در طول مسیر از فریم‌های مرجع استفاده می‌کنند. در این راهکار آنها از روش MSVC استفاده کرده‌اند که استریم ویدئو به دو بخش کد می‌شود، یکی فریم‌های زوج و دیگری فریم‌های فرد.

در راستای الگوریتم‌های مسیریابی نیز کارهای متعددی در سالهای اخیر برای شبکه‌های سیار موردی صورت گرفته است. در مقاله [11] نویسندگان ایده‌های موجود برای استفاده از مسیرهای مجزا در شبکه‌های موردی را با هم مقایسه کرده‌اند. در [12] نویسندگان یک الگوریتم مسیریابی چند مسیری برای کاهش طول مسیرهای در شبکه‌های Ad Hoc ارائه داده‌اند. در این مقاله آنها از مسیرهای مجزای گره‌ای استفاده می‌کنند. البته ایده پیشنهادی آنها هیچ تضمینی نمی‌دهد که همه مسیرهای مجزای گره‌ای را بین هر دو گره داده شده در شبکه کشف کند. در [13] نویسندگان یک ایده جهت مسیریابی چند مسیری در شبکه‌های سیار موردی به صورت مجزای گره‌ای ارائه داده‌اند. آنها در این مقاله الگوریتم پایه AODV را به عنوان پایه کار خود انتخاب کرده‌اند. در این ایده آنها به هر مسیر یک ID تخصیص می‌دهند. برای این منظور پارامتر قابلیت اطمینان یک مسیر، کیفیت مسیر و حتی نرخ خرابی گره‌ها برای انتخاب یک مسیر دخالت داده می‌شود.

در [14] نیز یک پروتکل مسیریابی بر اساس پیدا کردن مسیرهای مجزای اتصالی پیشنهاد شده است. برای این منظور آنها در فاز کشف مسیر الگوریتم AODV تغییراتی را اعمال کرده‌اند که در نتیجه این تغییرات مسیرهای بیشتر و مناسب‌تری کشف خواهند شد. البته آنها برای کار خود از ایده AOMDV نیز استفاده موثری کرده‌اند.

بسته از همسایه‌های خود پرس و جو می‌کند که "آیا شما قبلاً این RREQ را با این مشخصات دیده‌اید؟" و برای این منظور، یک بسته با عنوان RREQ_Query برای همسایه‌های خود ارسال می‌کند و مدت زمان مشخصی را منتظر بازگشت پاسخ همسایه‌ها می‌ماند. در این حالت همسایه‌ها پس از دریافت این پرسش، موظف هستند با جستجو در جدول RREQ Seen پاسخ این سؤال را برگردانند. پس از منقضی شدن زمان تایمر، این گره به تعداد همسایه‌هایی که پاسخ مثبت می‌دهند، محتوای فیلد ActiveNeighborCount را در بسته RREQ افزایش می‌دهد و آنگاه آن را برای همه ارسال می‌کند.

در راهکار پیشنهادی در [15] مقصد پس از دریافت RREQ‌های مختلف، شروع به انتخاب مسیرهای مجزای گره‌ای می‌کند، برای این منظور در بین مسیرهای انتخاب شده، محتوای فیلد ActiveNeighborCount را بررسی کرده و مسیرهایی را انتخاب می‌کند که محتوای فیلد ActiveNeighborCount در آنها کمترین باشد. در واقع مقصد با انتخاب مسیرهایی که محتوای این فیلد در آنها کمتر از بقیه است، سعی می‌کند مسیرهای مجزای ناحیه‌ای را انتخاب کند. سپس مقصد بسته پاسخ مسیر (RREP) را از طریق مسیرهای انتخاب شده به سمت مبدأ ارسال می‌کند. می‌توان گفت در این راهکار مقصد مسیرهای مجزای ناحیه‌ای را انتخاب کرده و فقط از طریق آنها RREP را به سمت مبدأ ارسال می‌کند.

اما در کاربرد ارسال ویدئو در این مقاله، مبدأ نیاز به تعداد RREP‌های بیشتری نیاز دارد. برای این منظور باید در روال کشف مسیر در این الگوریتم تغییراتی را اعمال کرد.

در این حالت ایستگاه مقصد پس از دریافت RREQ‌های مختلف، پاسخ همه آنها را با ارسال RREP به سمت مبدأ می‌دهد. برای این کار باید در بسته‌های RREP نیز تغییرات مورد نظر را ایجاد کرد و فیلد ActiveNeighborCount را به آنها افزود. به این ترتیب مقصد با دریافت هر RREQ، مقدار فیلد ActiveNeighborCount آن را در بسته RREP متناظر کپی کرده و به سمت مبدأ ارسال می‌کند تا مبدأ خود در مورد مسیرها و انتخاب آنها تصمیم‌گیری کند. مبدأ پس از دریافت RREP‌های مختلف، آنها را بر اساس محتوای فیلد ActiveNeighborCount به صورت صعودی مرتب و آماده ارسال ویدئو می‌شود.

۳-۲- راهکار ارسال ویدئو

در ایده پیشنهادی پس از کدگذاری ویدئو فریم‌های ویدئویی به دو دسته تقسیم می‌شوند، دسته اول فریم‌های پایه می‌باشند، شامل فریم‌های I و P و دسته دوم فریم‌های بهبود کیفیت خواهند بود، شامل فریم‌های B. همانطور که در بخش راهکار مسیریابی تشریح شد، الگوریتم مسیریابی پیشنهادی سعی در یافتن مسیرهای مجزای ناحیه دارد. در این راهکار مسیرهای کشف شده در مبدأ بر اساس محتوای فیلد ActiveNeighborCount موجود در سرآیند بسته‌های RREQ، به صورت صعودی مرتب خواهند شد. سپس سه مسیر از ابتدای لیست

(کمترین مقدار مربوط به فیلد ActiveNeighborCount) برای ارسال فریم‌های ویدئویی به سمت مقصد انتخاب خواهند شد. این سه مسیر در واقع در بین مسیرهای کشف شده، حداقل همسایه‌های مشترک را دارند و تأثیر دو مسیر بر روی یکدیگر در لایه MAC به حداقل رسیده است. در این راهکار فریم‌های I با توجه به جایگاه و موقعیتشان برای ساختن ویدئو در مقصد، از طریق هر سه مسیر به سمت مقصد ارسال خواهند شد تا احتمال از بین رفتن فریم‌های I به دلیل تغییرات توپولوژی، ازدحام و یا هر دلیل دیگر کاهش یابد. فریم‌های P نیز از دومین مسیر لیست به سمت مقصد ارسال می‌شوند. از طرف دیگر برای ارسال فریم‌های B از سومین مسیر از لیست استفاده می‌شود. در واقع اولین مسیر فقط برای ارسال فریم‌های I اختصاص می‌یابد، دومین مسیر برای ارسال فریم‌های P و I در نظر گرفته شده است و مسیر سوم برای ارسال بسته‌های I و B به کار می‌رود. البته باید توجه کرد تعداد فریم‌های I کمتر از فریم‌های P و تعداد فریم‌های P کمتر از فریم‌های B است، بنابراین ارسال فریم‌های I از طریق مسیرهای مربوط به فریم‌های B و P تأثیر بسیار کمی بر روی تأخیر فریم‌های B و P دارد و در مقابل این تأخیر ناچیز تحمیلی به فریم‌های B و P، افزایش احتمال رسیدن فریم‌های I به مقصد تأثیر بسیار بیشتری بر روی افزایش کیفیت ویدئو دریافتی در مقصد دارد.

از طرف دیگر با توجه به جایگاه و موقعیت فریم‌های I، گیرنده در صورت عدم دریافت یک فریم I، با استفاده از مکانیزم ARQ درخواست ارسال مجدد از مبدأ می‌کند. البته اقدام به ارسال مجدد در صورت از بین رفتن فریم‌های I فقط در یک بازه زمانی خاص صورت می‌گیرد، (در شبیه‌سازی‌های ما بازه‌های یک ثانیه‌ای). به این معنی که در برش‌های زمانی‌های یک ثانیه‌ای، اگر فریم‌های I تحویل مقصد نشد، به کمک مکانیزم‌های ARQ مبدأ اقدام به ارسال مجدد این فریم می‌کند. اما در صورتی که حد آستانه (در اینجا یک ثانیه) به سر رسید، فرستنده این فریم I را رها کرده و سراغ ارسال فریم‌های I بعدی می‌رود.

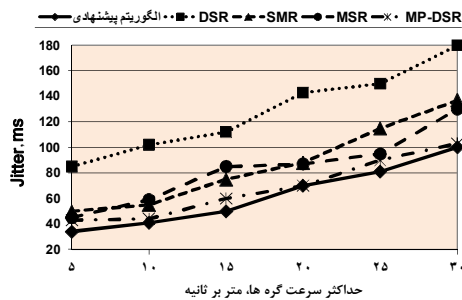
۴-۱- ارزیابی کارایی

در این بخش به بیان نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی می‌پردازیم. برای این منظور ایده پیشنهادی به همراه الگوریتم‌های DSR[2] و SMR[16] و MSR[16] و MP-DSR[16] پیاده‌سازی شده‌اند. در DSR همه فریم‌های ویدئویی به صورت ترتیبی و از طریق تنها مسیر کشف شده به سمت مقصد ارسال می‌شود، اما در سه الگوریتم SMR و MSR و MP-DSR که هر سه از رده الگوریتم‌های چندمسیری هستند، فریم‌های ویدئویی به صورت تصادفی از طریق مسیرهای کشف شده ارسال می‌شوند و در الگوریتم پیشنهادی نیز فریم‌های ویدئویی بر اساس راهکار تشریح شده به سمت مقصد ارسال خواهند شد.

۴-۱- محیط شبیه‌سازی

ما برای شبیه‌سازی از شبیه‌ساز GloMoSim استفاده کرده‌ایم [17]. ما برای شبیه‌سازی از ۱۵۰ گره با بُرد رادیویی ۲۰۰ متر استفاده کرده-

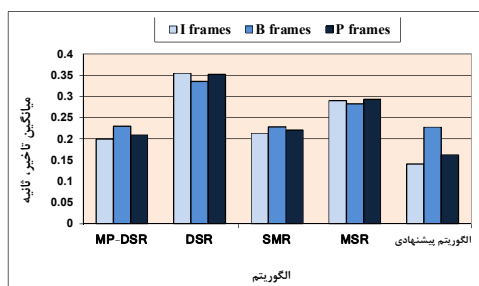
کمتری تأثیر را بر روی مسیرهای دیگر خواهد گذاشت. البته در حالت کلی میزان Jitter در الگوریتم‌های چندمسیری وضعیت به مراتب بهتری نسبت به الگوریتم تک مسیری همچون DSR دارد.



شکل ۴: میانگین Jitter به ازای فریم‌های تحویل شده به مقصد.

۴-۳-۳- میانگین تأخیر انتها به انتها برای فریم‌های ویدئویی

در شکل ۵ میانگین تأخیر انتها به انتها برای فریم‌های I، B و P به تفکیک آمده است. در الگوریتم پایه DSR، به این دلیل که همواره فقط یک مسیر در حال استفاده است و فریم‌های ویدئویی پشت سر هم از طریق یک مسیر برای مقصد ارسال می‌شوند، تأخیر ارسال بیشتر از سه الگوریتم دیگر است و فرق چندانی بین فریم‌های I، B و P نیست. در الگوریتم‌های MSR و SMR و MP-DSR چندین مسیر کشف خواهد شد و در پیاده سازی ما، از سه مسیر به طور همزمان داده ارسال شده است. اما در الگوریتم پیشنهادی با توجه به راهکار تشریح شده، تأخیر رسیدن برای فریم‌های I و P به مراتب کمتر از فریم B است. در این شبیه سازی سرعت بیشینه هر گره ۱۰ متر بر ثانیه و زمان توقف آن ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شده است.



شکل ۵: میانگین تأخیر برای فریم‌های ویدئو

۴-۳-۳- سربار مسیریابی

سربار مسیریابی در الگوریتم‌های یاد شده در برابر پویایی توپولوژی در شکل ۶ نشان داده شده است. در این شبیه سازی مدت زمان توقف هر گره ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شده است. سربار الگوریتم پیشنهادی به دلیل کشف مسیرهای مجزای ناحیه ای و ارسال بسته های اضافی در فرایند کشف مسیر از سایر الگوریتم‌های بررسی شده بیشتر است.

۴-۳-۴- PSNR

معیار PSNR یا حداکثر نرخ سیگنال به نویز به عنوان یکی از معیارهای عینی معمول برای تعیین QoS در انتقال ویدئو و در سطح کاربرد برای الگوریتم‌های مورد بررسی در جدول ۱ آورده شده است. معیار PSNR در واقع خطای بین تصویر بازسازی شده و تصویر اصلی را اندازه می‌گیرد. مقادیر PSNR در مبدأ و مقصد به تنهایی معنای زیادی

ایم که به طور تصادفی در یک محدوده ۸۰۰ در ۸۰۰ متری قرار داده شده‌اند و به طور تصادفی حرکت می‌کنند. در این شبیه‌سازی گره‌ها از پروتکل 802.11 در لایه MAC استفاده می‌کنند و برای ارسال و دریافت اطلاعات، از مدل رادیویی استاندارد RADIO-ACCNOISE استفاده شده است. به علاوه در تمام اجراها مدل Random Waypoint را برای تحرک گره‌های شبکه انتخاب کرده‌ایم. زمان هر یک از شبیه‌سازی‌ها برابر ۳۰۰ ثانیه در نظر گرفته شده است و هر یک از نتایج ثبت شده، میانگین ۲۰ بار اجرای شبیه‌سازی می‌باشد.

۴-۲- پارامترهای ارزیابی

الگوریتم‌های مورد بحث با توجه به پارامترهای زیر با هم مقایسه خواهند شد:

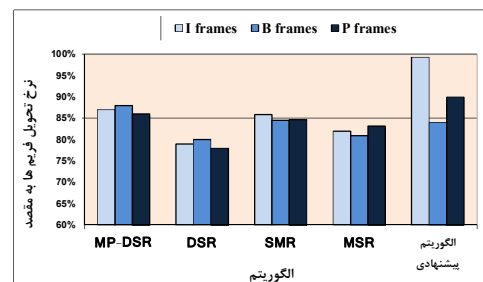
- نرخ تحویل فریم‌های ویدئویی به تفکیک فریم‌های I، P و B.
- میانگین تأخیر انتها به انتها به تفکیک فریم‌های I، P و B.
- میانگین Jitter به ازای کلیه فریم‌های ویدئویی.
- سربار مسیریابی به معنی نسبت تعداد بسته های سیگنالینگ مسیریابی به بسته های داده ای.
- PSNR به معنای حداکثر نرخ سیگنال به نویز به عنوان یک معیار عینی معمول برای تعیین QoS انتقال ویدئو در سطح کاربرد.
- MOS به معنای میانگین امتیاز عقیده برای بیان کیفیت از نظر انسان.

۴-۳-۲- نتایج ارزیابی

در این بخش نتایج به دست آمده از شبیه سازی‌ها ارائه می‌شوند.

۴-۳-۱- نرخ تحویل فریم‌های ویدئویی به مقصد

در شکل ۳ نرخ تحویل به مقصد برای فریم‌های I، B و P به ازای الگوریتم‌های مختلف آورده شده است. در این شبیه سازی سرعت بیشینه هر گره ۱۰ متر بر ثانیه و زمان توقف آن ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شده است. در الگوریتم پیشنهادی به دلیل استفاده از مسیرهای مجزای ناحیه ای، نرخ تحویل فریم‌ها به مقصد برای فریم‌های I و P بالاتر است.



شکل ۳: نرخ تحویل فریم‌های ویدئو به مقصد

۴-۳-۲- میانگین Jitter برای فریم‌های ویدئویی

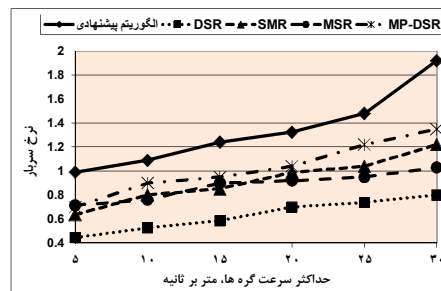
در شکل ۴ میانگین میزان Jitter برای کلیه فریم‌های ویدئویی به ازای الگوریتم‌های مختلف آورده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش پویایی توپولوژی شبکه، مقدار متوسط Jitter برای فریم‌های ویدئویی افزایش می‌یابد. در الگوریتم پیشنهادی به دلیل مجزای ناحیه ای بودن مسیرهای ارسال ویدئو، خرابی‌ها و از بین رفتن لینک‌ها

فریم‌های ویدئویی کاهش یافته و کیفیت ویدئوی دریافتی در مقصد در مقایسه با روش‌های بررسی شده افزایش می‌یابد.

مراجع

- [1] S. Sesay, Z. Yang, J. He, "A Survey on Mobile Ad Hoc Wireless Network," *Information Technology Journal*, vol. 2, pp. 168-175, 2004.
- [2] S. Taneja and A. Kush, "A Survey of Routing Protocols in Mobile Ad Hoc Networks," *International Journal of Innovation, Management and Technology*, Vol. 1, No. 3, pp. 279-285, 2010.
- [3] M. Lindeberg, S. Kristiansen, T. Plagemann and V. Goebel, "Challenges and techniques for video streaming over mobile ad hoc networks," *Multimedia Systems*, Vol. 17, No. 1, pp. 51-82, 2011.
- [4] M. Ghanbari, "Two-Layer Coding of Video Signals for VBR Networks," *IEEE Journal on Select. Areas Communications*, vol. 7, pp. 801-806, June 1989.
- [5] S. Mao, S. Lin, S. S. Panwar, Y. Wang, and Y. Li, "Multipath Video Transport Over Ad Hoc Networks," *IEEE Journal on Wireless Communications*, vol. 12, no.4, pp. 42-49, 2005.
- [6] I. F. Diaz, D. Epema and J. D. Jough, "Multipath Routing and Multiple Description Coding in Ad-Hoc Networks: A Simulation Study," *Proceedings of the 1st ACM international workshop on Performance evaluation of wireless ad hoc, sensor, and ubiquitous networks*, ACM 1-58113-959-4/04/0010, 2004.
- [7] R. Zhang, L. Cai, J. Pan and X. Shen, "Resource management for video streaming in ad hoc networks," *Ad Hoc Networks*, pp. 623-634, 2011.
- [8] G. Ch. Lee, H. Song, "An Effective Cross Layer-based Video Streaming Algorithm over Mobile," *6th IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2009)*, pp. 1-5, Las Vegas, 2009.
- [9] T. Schierl, T. Stockhammer and T. Wiegand, "Mobile Video Transmission Using Scalable Video Coding," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 17, No. 9, pp. 1204-1217, 2009.
- [10] Y. Liao and J. D. Gibson, "Routing-Aware Multiple Description Video Coding over Wireless Ad-Hoc Networks using Multiple Paths," *17th IEEE International Conference on Image Processing*, pp. 1265-1268, Hong Kong, 2010.
- [11] N. Meghanathan, "Performance Comparison of Link Node and Zone Disjoint Multi-Path Routing Strategies and Minimum Hop Single Path Routing for Mobile Ad Hoc Networks," *International Journal of Wireless & Mobile Networks (IJWMN)*, Vol.2, No.4, pp. 13-29, 2010.
- [12] A. M. Abbas, B. N. Jain, "Path diminution in node-disjoint multipath routing for mobile ad hoc networks is unavoidable with single route discovery," *Int. J. Ad Hoc and Ubiquitous Computing*, vol. 1, pp. 7-21, 2010.
- [13] L. Guang-cong, Z. Hua, W. Dong-li, "Node-disjoint multi-path routing algorithm based on AODV in Ad hoc networks," *Application Research of Computers*, vol. 28, no. 2, pp. 692-695, 2011.
- [14] M. H. Shao, Y. P. Lee, "An Adaptive Link-Disjoint Multipath Routing in Ad Hoc Networks," *Advanced Materials Research*, Vols. 171 - 172, pp. 628-631, 2011.
- [15] N. Taheri Javan, M. Dehghan, "Reducing End-to-End Delay in Multi-path Routing Algorithms for Mobile Ad Hoc Networks," in *proceedings of MSN 2007: Third International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks, LNCS 4864*, pp. 715-724, Beijing, China, 2007.
- [16] S. Adibi, Sh. Erfani, "A multipath routing survey for mobile ad-hoc networks," *3rd IEEE Consumer Communications and Networking Conference (CCNC 2006)*, Las Vegas, United States, Vol. 2, pp. 984-988, 2006.
- [17] L. Bajaj, M. takai, R. Ahuja, R. Bagrodia, M. Gerla, "Glomosim: a Scalable Network Simulation Environment," *Technical Report 990027, Computer Science Department, UCLA*, 1999.

ندارند، ولی تفاوت بین کیفیت ویدئوی کدگذاری شده در مبدأ و ویدئوی دریافتی می‌تواند به عنوان یک معیار عینی جهت تعیین میزان تأثیر انتقال بر کیفیت ویدئو در سطح کاربرد بکار گرفته شود.



شکل ۶: سربار مسیریابی در الگوریتم‌های مختلف

جدول ۱: مقایسه پارامتر PSNR

مقدار PSNR	الگوریتم
31.5 db	الگوریتم پیشنهادی
29.7 db	DSR
30.6 db	MP-DSR
30.1 db	MSR
30.4 db	SMR

۴-۳-۵-MOS

میانگین امتیاز عقیده یک معیار شخصی جهت اندازه گیری کیفیت ویدئوی رقمی در سطح کاربرد می‌باشد. این معیار بیان کیفیت از نظر انسان، معمولاً در سطوح ۱ (بدترین) تا ۵ (بهترین) قرار می‌گیرد. مقایسه MOS بین الگوریتم‌های مختلف در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲: مقایسه پارامتر MOS

مقدار MOS	الگوریتم
3	الگوریتم پیشنهادی
5	DSR
4	MP-DSR
4	MSR
4	SMR

۵- نتیجه گیری

ارسال ویدئو بر روی شبکه‌های سیار موردی متفاوت با دیگر شبکه‌های بی سیم می‌باشد. در این نوع شبکه‌ها به دلیل پهنای باند پایین موجود به تکنیک‌های فشرده سازی موثر نیاز است؛ اما از طرف دیگر به دلیل نرخ بالای از بین رفتن بسته‌ها، با فشرده سازی سخت و زیاد، داده‌ها به شدت در برابر خطا حساس می‌شوند.

در این مقاله برای افزایش کیفیت ویدئوی دریافتی در مقصد یک روش ترکیبی بر اساس کدگذاری ویدئو در مبدأ و کشف مسیر در الگوریتم‌های مسیریابی ارائه شده است. در راهکار پیشنهادی طی فرآیند کشف مسیر چندین مسیر مجزای ناحیه ای بین مبدأ و مقصد برقرار می‌شود و مبدأ بر اساس اولویت فریم‌های ویدئویی آنها را از طریق مسیرهای کشف شده به سمت مقصد روانه می‌کند. نتایج شبیه سازی نشان می‌دهند با استفاده از ایده پیشنهادی تأخیر انتها به انتها برای