

بررسی اجمالی بر تکنیک TDMA تطبیقی (A-TDMA) شرکت iDirect

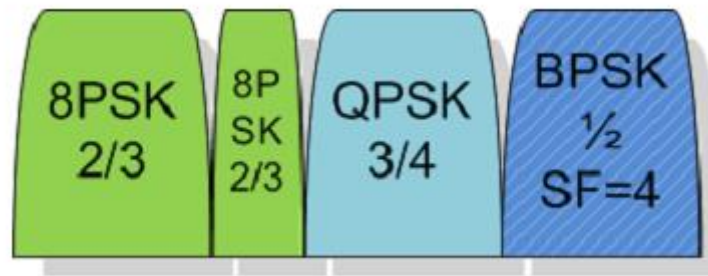
فناوری اختصاصی TDMA تطبیقی یا A-TDMA شرکت iDirect با تغییر بهینه ی تنظیمات کانال بازگشتی ماهواره جهت تطبیق با شرایط لینک و محدودیت های ترمینال موجب افزایش بهره وری سیستم مخابرات ماهواره ای شامل افزایش بازدهی طیفی و تطبیق پذیری شبکه می شود. اپراتورهای شبکه ی ماهواره ای با استفاده از این ویژگی منحصر به فرد باعث افزایش Throughput، دسترسی شبکه و کاهش هزینه های ترمینال یا ترکیب مزایای نامبرده جهت متناسب کردن نیازمندی های سیستم با نیازمندی های مشتری می شود. با فناوری A-TDMA، هر ترمینال VSAT می تواند دارای مدولاسیون، کدینگ، نرخ سمبلینگ (Symbol Rate) و ضریب Spread کانال خود را داشته باشد تا بتوان از این طریق لینک بازگشتی ماهواره را بهینه کرد. در اینصورت شبکه می تواند بهتر در موارد زیر خود را وفق دهد:

- تفاوت های دائمی ترمینال های مختلف مانند اندازه ی BUC و آنتن
- تفاوت های دینامیک ترمینال های مختلف مانند میزان Fade شبکه بر روی Hub و هر ترمینال ریموت
- اختلافاتی همچون G/T و چگالی فلوکس اشباع شده (SFD) که برای VSAT های ثابت، ثابت بوده و برای VSAT های متحرک، متغیر می باشد.

گروه بندی مسیرهای Inroute ناهمگون

تکنیک A-TDMA قابلیت تغییر مشخصه ی لینک Inroute درون یک گروه Inroute را با بهبود دادن مشخصات موج حامل چندین ریموت را که در یک گروه ریموت قرار دارند تغییر دهد. در سیستم های کنونی iDirect، گروه های Inroute شامل گروهی از ریموت ها هستند که مسیر Inroute مشابه TDMA داشته و اجازه ی ارسال دارند می باشد. با A-TDMA الزام همه ی مسیرهای Inroute لازم نیست تا مشابه باشند. در واقع، مسیر Inroute با نرخ سمبل، مدولاسیون، کد FEC، ضریب Spread های متفاوت می توانند درون یک گروه بندی یکسان قرار بگیرند. این قابلیت جدید، وسعت بزرگتری برای طراحی بهتر گروه بندی های Inroute

جهت ارتباط Inbound ریموت های VSAT با قابلیت های مختلف و تحت شرایط مختلف لینک را ممکن می سازد. شکل زیر یک نمونه از چنین گروه بندی Inroute ناهمگون را نشان می دهد.



تطبیق پذیری کوتاه مدت - هایپینگ فرکانس و کنترل توان

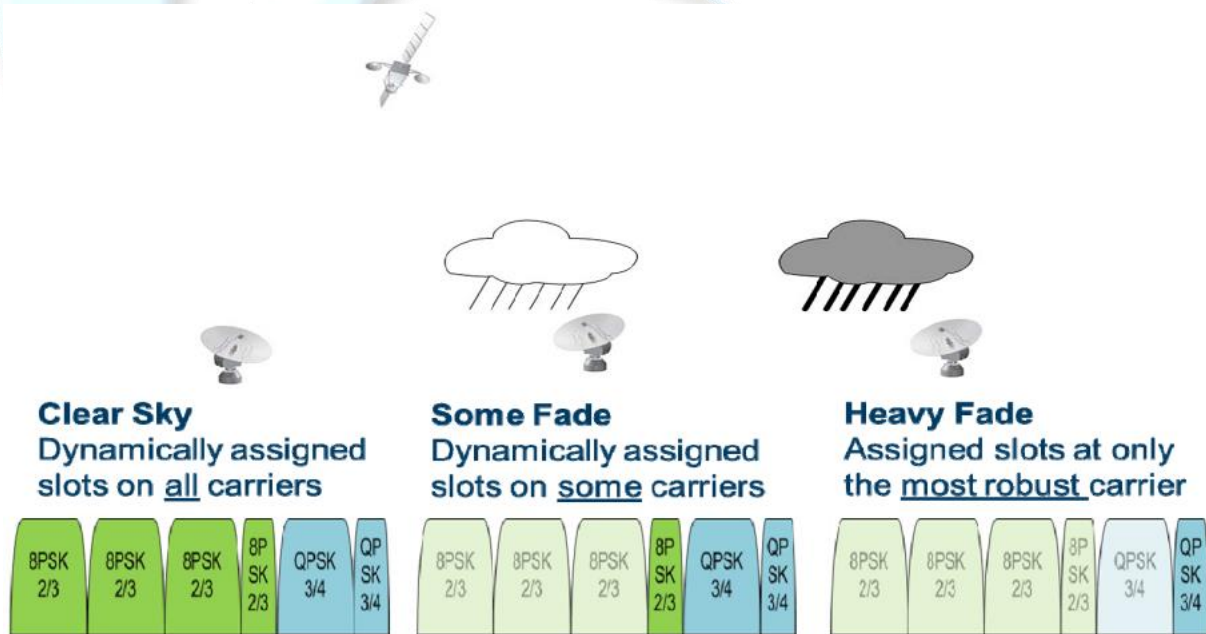
هر ترمینال ریموت می تواند از میان همه ی همگروهی های هایپینگ فرکانس از یک فرکانس به فرکانس دیگر جهش کند. لذا یک ترمینال نتیجتاً می تواند برای تغییر MODCOD، نرخ سمبل و حتی ضریب Spread برای بهینه سازی پورت Upstream و بازدهی پهنای باند در شرایط متغیر لینک، هایپینگ فرکانس را صورت دهد. هاب iDirect برست های Upstream را به ریموت ها اختصاص می دهد که بر اساس درخواست برای ظرفیت و QoS انتخاب شده است.

الگوریتم اختصاص برست های Upstream با اندازه گیری مداوم نسبت سیگنال به نویز SNR که از همه ی ریموت ها دریافت می شود، ظرفیت متوسط کانال بازگشتی را حداکثر می کند. با استفاده از آخرین مقدار SNR و نرخ سمبل قبلی حامل، مقدار نسبت کریر به نویز C/No برای هر ترمینال فوراً محاسبه شده و مشخص می کند که مناسب است تا ترمینال در کدام گروه بندی قرار گیرد. این مقدار توسط هاب برای محاسبه ی کریر نرمال برای هر ریموت که معمولاً حامل بهینه محسوب می شود بدست می آید.

همچنین هر ریموت نیز از امکان کنترل توان ارسالی خود برای کنترل آستانه ی SNR حامل استفاده می کند. وقتی که یک ریموت به دلیل باران یا دلایل مشابه، توان بالا بردن خود جهت تامین آستانه ی SNR لازم را ندارد، هاب به ریموت دستور انتقال فرکانسی به حامل دیگر برای ریموت با نرخ سمبل پایین تر و/یا MODCOD بهینه تر و آستانه ی SNR لازم کمتر را می دهد. هنگامی که یک ریموت توانایی بالاتر بردن

توان BUC خود را داشته باشد که به سطح آستانه ی SNR بیشتری برسد، ممکن است که هاب به ریموت دستور بدهد تا نرخ سمبل یا MODCOD را به فرکانس حامل دیگری تغییر دهد که کیفیت لینک را بهبود ببخشد.

برای نشان داده وضعیت اینکه چگونه شرایط محیطی من جمله باران بر روی دستیابی یک ریموت بر زیرگروه تاثیر می گذارد، شکل بعدی نمونه ای را نشان می دهد. یک اپراتور، شبکه ای از مشتریان تجاری خود را با ریموت هایی که در ساختمان های شرکت قرار دارد، مدیریت می کند. میزان ظرفیت لازم در هر یک از ترمینال های شرکت بالا می باشد و هر ترمینال مشتری در نقاط جغرافیایی مختلفی قرار گرفته اند. در اینجا ما فرض کرده ایم که یکی از ترمینال ها در شبکه از شرایط بد محیطی رنج می برد.



در شرایط ایده آل هوای صاف، ریموت می تواند در همه ی گیرهای موجود برست کند که شامل بزرگترین و ضعیف ترین Inroute ممکن یعنی 8PSK 2/3 تا قوی ترین و کوچکترین یعنی QPSK 3/4 می باشد.

همانطور که ریموت های موجود در شرکت ها تجربه آب و هوای بارانی و نامساعد را کنند، ترمینال سعی بر افزایش توان لینک بالا رونده جهت نگه داشتن بیشترین و بهینه ترین پهنای باند Inroute را نگه دارد. اما در نقطه ای مشخص، ریموت دیگر نمی تواند توان ارسال را افزایش دهد. در این زمان هاب بزرگترین Inroute با

8PSK 2/3 که می تواند به صورت دینامیک اسلات های اختصاص داده شده را تغییر بدهد، حذف می کند. لینک Inroute با 8PSK 2/3 می تواند گزینه ی دیگری باشد، در حالیکه آستانه ی SNR آن کمتر از 8PSK 2/3 بزرگتر به دلیل سایز آن می باشد.

همانطور که شرایط محیطی لینک رو به وخامت بیشتری می رود و ترمینال در شرایط تضعیف شدید پیش می رود، لینک بر روی قویترین Inroute شبکه قرار می گیرد که در واقع کوچکترین QPSK 3/4 می باشد.

تطبیق پذیری میان مدت - تغییرات Inroute در مدولاسیون و کدینگ

همانطور که تغییرات دستگاه های ریموت گسترده تر می شود، مانند تضعیف گسترده تر سیگنال و یا VSAT های متحرک که به سمت بیم های دیگر حرکت می کنند، تقاضا برای تعدادی از Inroute ممکن است بالا برود و درنهایت پیشی برود که طراحی Inroute جاری قادر به کنترل آن نباشد. در IDX 3.2، کانال A-TDMA بازگشتی می تواند به صورت زنده و Real Time مدولاسیون و کدینگ (MODCOD) Inroute های همگروه را تغییر دهد.

در هر گروه از Inroute های A-TDMA همواره تعدادی Inroute به سمت Upstream وجود دارد که به دلیل اختلاف در نرخ سمبل و MODCOD بیشتر مورد توجه هستند. Inroute های Upstream که دارای نرخ سمبل بالاتری هستند بیشتر دلخواه ریموت ها می باشند زیرا سرعت پورت بالاتری را پیشنهاد می دهند. به طور مشابه، Inroute هایی که طیف MODCOD بهینه تری دارند نیز مورد توجه هستند زیرا حداکثر ظرفیت لینک بازگشتی را تامین می کنند. لذا، Inroute های مورد علاقه نیازمند توان بالاتر BUC هستند و آنتن های بزرگتر، G/T های بیشتر را می طلبند و تضعیف باران کمتر برای دستیابی را مطلوب می دانند.

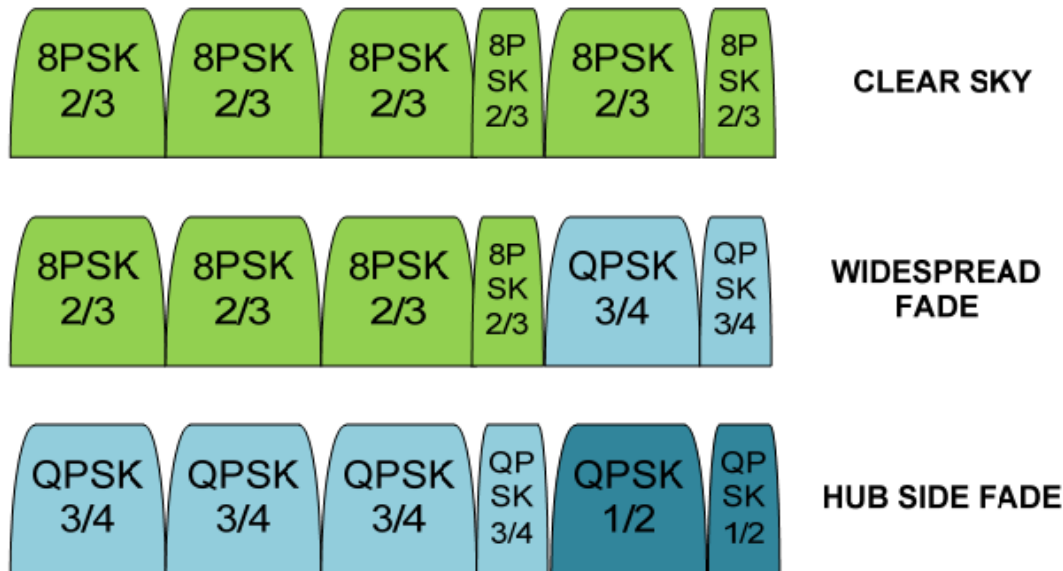
سیستم iDirect به طور مداوم تغییرات ترافیک را که در سمت Upstream قرار دارند و روی Inroute های کمتر مطلوب هستند، اندازه گیری می کند. وقتی که کمبود در ظرفیت حامل کمتر مطلوب وجود داشته باشد، هاب MODCOD تعدادی از Inroute های Upstream را کم می کند تا بتواند ظرفیت Upstream که از نظر طیفی بهینه تر هستند را ایجاد کند.

در یک سیستم VSAT مربوط به 3.2 dB ، چندین گروه ترکیبی Inroute از MODCOD حامل می تواند برای هر گروه Inroute تعریف شود. یک ترکیب گروه Inroute شامل MODCOD حامل برای هر حامل در یک گروه Inroute تعریف می شود. در هر چند ده ثانیه، بازه ی زمانی دقیق قابل تنظیم توسط اپراتور شبکه بر اساس نرخ تغییرات شرایط، هاب میزان درگیری (Contention) میان ریموت ها و Throughput متوسط مربوط به هر گروه ترکیبی Inroute را بررسی کرده و بهترین گروه ترکیبی Inroute را بر اساس نیازمندی های جاری شبکه انتخاب می کند.

مثال قبل که در آن مشتری صورت مسئله ی مشابهی را دارد. علاوه بر نیاز به ظرفیت بالا برای هر ترمینال، مشتریان علاقه مندند تا وقفه در ارتباط را در محل شرکت را به حداقل ممکن ببینند. اپراتور شبکه، بعد از در نظر گرفتن نیازمندی های سرویس و برقرار کردن بودجه ی لینک، ممکن است لازم باشد تا پیکره بندی شامل سه گروه ترکیبی Inroute را ارائه دهد.

اولین گروه ترکیبی شامل همه ی Inroute های $8\text{PSK } 2/3$ می باشد که به احتمال زیاد مربوط به ترکیبی است که در هوای صاف مورد استفاده قرار می گیرد. دو مسیر Inroute کوچکتر می توانند مقداری مقاومت در برابر تضعیف باران برای تعداد کمی از ریموت های در شرایط بارانی بوجود آورند. گروه ترکیبی میانی نیز ضروری می باشد زمانی که مقاومت در برابر باران به مقدار بیشتری نیاز است. اگر هاب تحت تضعیف بالای ناشی از باران قرار بگیرد، همه ی ریموت ها در شرایط بد قرار می گیرند. به جهت نگرانی بیشترین ریموت ممکن در شبکه، همه ی MODCOD ها کمتر می شوند. همانطور که در سومین ترکیب گروهی نشان داده شده است.

در این حالت اپراتور شبکه قادر به رسیدن بهترین سطح از سرویس به مشتریان می باشد همچنین می تواند محافظت های لازم در برابر در شرایط های سخت که بخشی از کل شبکه را تحت تاثیر قرار می دهد، انجام دهد.



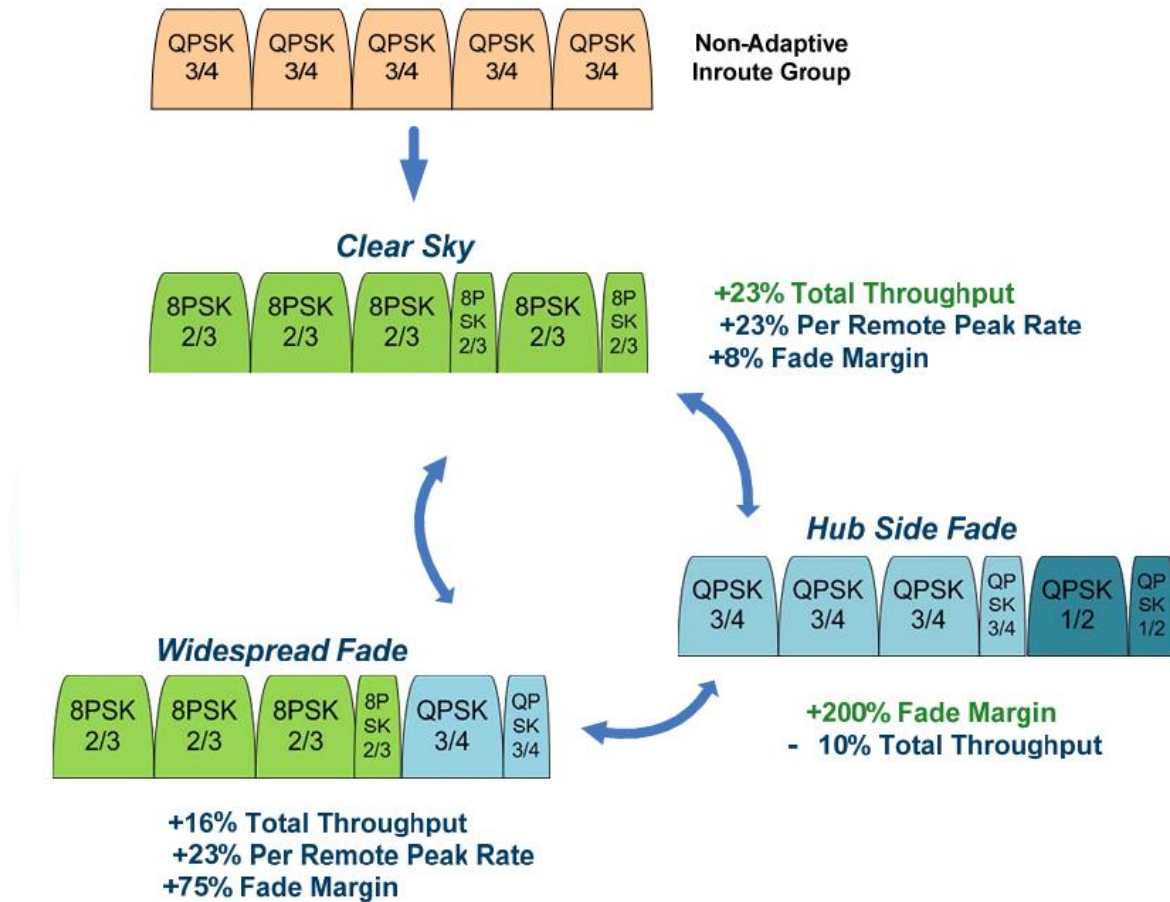
تطبیق پذیری بلند مدت - طراحی گروهبندی ترکیبی Inroute

همانطور که در بخش قبل توضیح داده شد، طراحی گروهبندی ترکیبی Inroute تاثیر مستقیم بر روی Throughput کلی شبکه، نرخ داده ی ریموت ها و در دسترس بودن شبکه دارد. iDirect به طراحی کننده های شبکه ی VSAT کمک می کند که شبکه های موجود خود را توسعه بدهند که این کار با طراحی مناسب اندازه ی مسیر Inroute بازگشتی در درون گروه های Inroute و گروهبندی های ترکیبی انجام می شود.

با همراه بودن تغییرات همیشگی در شبکه های VSAT، چه به دلیل افزوده شدن سرویس جدید یا افزوده شدن ترمینال های جدید VSAT، طراحی مسیرهای گروهبندی Inroute و ترکیبات آن همواره باید مورد بررسی، تحلیل و بهینه شوند. با استفاده از ابزارهای موجود در نرم افزار iMonitor، یک مهندس شبکه به راحتی و سریع می تواند توزیع استفاده از ترکیبات گروهبندی را مطالعه کرده و همچنین می تواند توزیع C/No برای هر کریر، نقشه های زمانی بر حسب زمان و در نهایت اندازه گیری های لایه ی فیزیکی ریموت ها را مشاهده کند.

مزیت A-TDMA

در مقایسه با طراحی گروهبندی Inroute های غیر تطبیقی، TDMA تطبیقی، شبکه های iDX 3.2 را توانا می سازند که در MODCOD های بهینه تر در حالیکه محافظت بالاتری در شرایط بد محیطی فراهم می آورند، عمل می کنند. برای روشن تر شدن این موضوع، فرض کنید در شبکه ی قبل با گروهبندی Inroute غیرتطبیقی پذیر که دارای ۵ مسیر Inroute می باشد و هر کدام 1Mbps هستند. همچنین فرض کنید که Inroute های طراحی شده از MODCOD نوع QPSK 3/4 باشند و دارای 4dB میزان حاشیه ی تضعیف باران دارد. با ترقی کردن به سمت iDX 3.2 با A-TDMA مسیرهای Inroute می توانند با 8PSK 2/3 بدون نیاز داشتن به نگه داشتن حاشیه ی تضعیف باران، کار کنند. در مقابل محافظت در برابر باران با در اختیار داشتن چندین اندازه ی مختلف حامل، در یک گروهبندی Inroute و امکان تغییر MODCOD بدست می آید. در نتیجه، در هوای صاف، هم Throughput و هم نرخ ارسال داده برای هر ریموت افزایش قابل ملاحظه ای خواهد داشت و همزمان محافظت در برابر باران نیز حاصل شده است. زمانی که تضعیف باران به طور گسترده اتفاق می افتد و دو گروهبندی Inroute لازم است تا به QPSK تغییر کنند، Throughput کل همچنان ۱۶ درصد بالاتر است و حاشیه ی تضعیف با 7dB یا ۷۵ درصد بهبود یافته است. اگر تضعیف در منطقه ی هاب اتفاق بیفتد، همه ی MODCOD ها کمتر می شوند تا بتوانند حاشیه ی 12dB یا ۲۰۰ درصد بهبودی را به همراه داشته باشند. Throughput کل ۱۰ درصد کاهش پیدا می کند اما همه ی ریموت ها می توانند همچنان در شبکه حاضر و فعال هستند.



تکنیک A-TDMA و گروهبندی QoS

روش iDirect در گروهبندی QoS برای A-TDMA مشابه حالتی است که برای Inroute ثابت نیز انجام می شود. با وجود Throughput و در دسترس پذیری مناسب، شرکت های ارائه دهنده ی سرویس SP ها با اطمینان خاطر می توانند شرایط قرارداد (SLA) خود را تامین کنند.

همچنین تمام ویژگی های GQoS از نظر Packet Prioritization هنگام کار با A-TDMA پشتیبانی می شود. علاوه بر این، مقدارهای CIR (Committed Information Rate) و Maximum Information Rate (MIR) که برای هر ریموت تنظیم می شوند نیز برقرار می شوند. زمانی که یک ریموت در شرایط

تضعیف باران باید به کریر سرعت پایین تر سوئیچ کند، سیستم به آن تعداد اسلات زمانی بیشتری به جهت ثابت نگه داشتن IP Throughput اختصاص داده می شود.

با وجود تکنیک Adaptive Coding Modulation (ACM) بر روی کریرهای Downstream، ریموتی که از A-TDMA استفاده می کند الزاما نمی تواند در همه ی شرایط CIR پیکره بندی شده را داشته باشد و در شبکه بماند. در بعضی مواقع، تضعیف بسیار شدید باران می تواند MODCOD ریموت یا نرخ سمبلش را کم کند به طوریکه نتواند انتظارات IP Throughput را برآورده کند. حتی تضعیف فوق العاده شدیدتر باران می تواند ریموت را از قرار داشتن درون شبکه خارج کند.

جدای از توانایی GQoS از توانایی تقسیم منصفانه ی پهنای باند حتی زمانی که یک ریموت در تضعیف باران قرار گرفته باشد، بعضی از ارائه دهنده های سرویس ممکن است بخواهند آستانه ی لینک را فراتر ببرند به طوریکه سیستم تلاشی در برآورده کردن انتظارات QoS تنظیم شده در بخش ریموت نداشته باشد. این گزینه می تواند سیستم را در مواقع تضعیف شدید باران در سمت ریموت دستور بدهد که صرفنظر کند و امکان برآورده کردن شرایط QoS باقیمانده را بدهد. به طور پیش فرض این آستانه غیر فعال است. به طور کلی یک مسیر Inroute با A-TDMA بسیار قوی تر و مقاوم تر از Inroute های ثابت است.

نیازمندی های سیستم

نیازمندی های مختلفی برای اجرا کردن تکنیک A-TDMA بر روی سیستم های باندپایه ی iDirect وجود دارد. اول، TDMA تطبیقی تنها بر روی ریموت های Evolution نظیر X1, X3, X5, X7 و e8350 پشتیبانی می شود. ریموت های iNFINITI نمی توانند Inroute های A-TDMA را پردازش کنند. علاوه بر این، تنها کدهای تصحیح خطای FEC که 2D 16 State می باشند می توانند بر روی Inroute های A-TDMA عمل کنند. کدهای FEC و 2D 16 State همواره نسبت به کدهای قدیمی تر Turbo Product Codes (TPC) بهینه تر می باشند. در سمت هاب، فقط کارت های هاب iDirect XLC-M و eM0Dx می توانند برای اجرای A-TDMA استفاده شوند اگرچه بقیه ی کارت های Evolution می توانند

Inroute های ثابت را در یک گروه بندی TDMA پشتیبانی کنند. کارت هاب eM0Dx اگر که به عنوان کارت فقط دریافت کننده استفاده بشوند، به طور کامل A-TDMA را پشتیبانی می کنند.

علاوه بر موارد فوق، هر کریر Upstream که در یک گروه Inroute قرار دارند باید از اندازه ی Payload برابر استفاده کنند. به گونه ای که ممکن است هر کریر برای MODCOD های مختلف تنظیم شده باشند ولی همه ی Inroute هایی که در یک گروه Inroute قرار دارند باید از یک Payload با اندازه ی برابر (از میان ۱۰۰، ۱۷۰ و ۴۳۸ بیت) بهره ببرند.

نتیجه گیری

در مجموع تکنیک TDMA تطبیق پذیر یا A-TDMA بازدهی کانال بازگشتی و دردسترس بودن تحت شبکه را در شرایط نامساعد بودن آب و هوا و تضعیف بالای ناشی از باران یا برف افزایش می دهند.

یک گروه بندی Inroute می تواند حامل هایی با نرخ سمبل، MODCOD و ضریب Spread متفاوت را به صورت دینامیک پشتیبانی کرده و می تواند بر اساس خواسته ی ریموت و شرایط QoS تنظیم شده برای هرکدام از آن ها شرایط لینک را تغییر دهد.

شرکت های ارائه دهنده ی خدمات، قابلیت انعطاف در انتخاب مدل تجاری (Business Model) مناسب برای خود را دارند. با تکنیک A-TDMA، آن ها می توانند Throughput سرویس های VSAT را به ازای پهنای باند مشابه ماهواره تا ۴۰ درصد بهتر کنند. در نتیجه آن ها می توانند پیشنهاد پهنای باند بیشتر را به کاربرانی که مشتاق کاربردهایی با مصرف پهنای بالا و عملیات های حساس هستند را تامین کنند.

همچنین آن ها می توانند پهنای باند بیشتری را به مشتریان خود از طریق مقدار مگاهرتزی که از ترانسپوندر ماهواره ی خود بدست آورند، بفروشند یا به عبارتی دیگر با وجود سطح SLA کنونی، هزینه ی پایین تری را برای سرویس خود ارائه دهند و یا هزینه ی CAPEX کمتری با قراردادن آنتن های کوچک تر متحمل بشوند.

شرکت های ارائه دهنده ی خدمات می توانند بدون طراحی مجدد بودجه ی لینک از ابتدا، سطح SLA بالاتری را به مشتریان خود عرضه کنند و به آن ها اطمینان بیشتری در شرایط تضعیف شدید باران بدهند. این قابلیت علی الخصوص برای کاربردهای دریایی و هوایی مدنظر و مفید است.

کلمات کلیدی : iDirect، تطبیق پذیر TDMA، A-TDMA، Adaptive TDMA، هاب تطبیق پذیر، ماهواره، شبکه VSAT، VSAT، SLA، QoS، ماهواره ارزان، اینترنت ماهواره ای ارزان

تماس با ما:



شرکت عصر ارتباطات بین الملل پارس کار (ایکاسات)

تلفن: +۹۸۲۱۸۸۵۷۲۷۱۷ فکس: +۹۸۲۱۸۸۵۶۱۵۱۰

آدرس: تهران، شهرک قدس، خیابان سیف، کوچه ۲، پلاک ۱۱

کد پستی: ۱۴۶۶۷۱۳۸۸۳

وبگاه: <http://www.icasat.net> پست الکترونیک: info@icasat.net