به نام خدا

کشتی های هوایی به عنوان جایگزینی ارزان قیمت برای ماهواره ها

Sandeep Relekar[1] and Rajkumar S. Pant[2]

بازگردانی به فارسی : محسن بهرامی[3]

چکیده:

امروزه نیاز به خدمات ارتباطی بی سیم با ظرفیت بالا رقابتی رو به رشد را برای دستیابی به بالاترین توان در این فناوری و انتقال اطلاعات به دورترین نقاط، رقم زده است. برای ارتباط زمینی، نیاز به وجود خط دید، بیانگر یک محدودیت است و ما رابه سمت ساخت دکل های بلند مخابراتی می کشاند. ماهواره ها نیز محدودیت ظرفیت انتقال اطلاعات دارند. یک راه حل اضطراری برای رفع این دو محدودیت ، پایگاه های ارتفاع بالا[4] هستند. این سامانه ها می توانند با جایگیری در لایه ی استراتوسفر جو (تا ارتفاع ۲۲ کیلومتر) وظایف دکل های مخابراتی و ماهواره ها را به گونه ای بهتر و ساده تر از هر دو انجام دهند. این مقاله به کاربرد کشتی های هوایی به عنوان پایگاه هوایی ارتفاع بالای ارزان قیمت برای ارتباطات بی سیم پهن باند ، درآینده می پردازد.

نیاز به پایگاه های ارتباطی ارتفاع بالا:

امروزه راه حل بی سیم به طور فزاینده ای با اهمیت شده است، زیرا اولا ارتباط بی سیم امکان فراهم کردن پهنای باند بالا بدون وابستگی به زیرساخت های ثابت را مهیا می کند، دوما و بر این اساس پاسخی برای مشکل دورترین نقاط ارائه مستقیم خدمات به مشتری ارائه می دهد، و البته در بسیاری از حالت ها ارتباط بی سیم تنها سازوکار تحویل موفق داده های مخابراتی است.

ارتباط بی سیم همچنین برای خدمات تلفن همراه ضروری است و شبکه های مخابراتی سلولی (نسل دوم تلفن همراه) نیز امروزه در جهان به عنوان مثال دیگری از سامانه های بی سیم فعال هستند. سازوکار دسترسی ارتباط بی‌سیم ثابت نیز برای فراهم آوردن خطوط تلفن و خدمات اطلاعاتی برای کاربران تجاری و خانگی فراهم شده است.کاربرد اضطراری که اکنون در شبکه های اطلاعاتی نیاز به بهینه سازی ظرفیت پهنای باند دارد بسته های چند رسانه ای است، که موجب نزد یک شدن نیازهای اینترنت ، تلفن ، تلویزیون ، رادیو و سایتهای توزیع رسانه های ویدیویی گشته است.

محدودیت های ماهواره ها و برج های مخابراتی:

بر اساس مطالعات انجام شده روی روش های مورد استفاده کنونی برای ماهواره ها و برج های مخابراتی، پژوهشگران به این نتیجه رسیده اند که این روش ها محدودیت های گوناگونی را در زمینه ارتباطات فراهم آورده اند. در مورد ماهواره ها، توسعه ی یک مجموعه ی ماهواره ای تنها با قرار گرفتن همه ی مجموعه در مدار مهیا می شود (برای مثال مجموعه ی ایریدیوم از ٦٤ ماهواره تشکیل شده بود). این تعداد زیاد موجب تاخیر سیگنال بالایی می شود، همچنین نفوذ سیگنال در ساختمان ها نیز محدود است. همچنین تنها یک شرکت می تواند در تمام این مجموعه کار کند و سه تا چهارسال برای جمع آوری مجموعه‌ی فناوری لازم برای ماهواره ها فرصت لازم است. هر ارتقایی در شبکه ی ماهواره ای نیازمند پرتاب مجموعه ی جدید و کامل ماهواره‌هاست. برای هر مشترک نیز هزینه ی تجهیزات زیر ساختی فراوانی نیاز است، حدود ۱۰۰ میلیون دلار برای هر ماهواره. حتی در مورد برج های مخابراتی نیز اجاره بها و سامانه های انتقال داده ی فراوانی نیاز است. در مورد برج های مخابراتی نفوذ سیگنال به ساختمان ها ارتباط مستقیم با حضور ساختمان در خط دید برج دارد. همچنین ما قادر به انتقال ظرفیت به برخی مناطق نیستیم و وجود نقاط کور کاملا رایج است. علاوه بر این موارد نصب و ایجاد

---

[1] **Associate Professor, Aerospace Engineering Department, IIT Bombay**

[2] **Project Engineer, PADD, Aerospace Engineering Department., IIT Bombay**

[3] **دانشجوی کارشناسی مهندسی هوافضا دانشگاه صنعتی شریف**

[4] **high-altitude platforms (HAPs)**

یک سامانه مدیریت شبکه ی گران قیمت نیز برای راه اندازی مجموعه نیاز است. ساختار شبکه نیز در واقع نیازمند صدها برج مخابراتی است. نگرانی های زیست محیطی نیز محدودیت هایی را در انتخاب محل برج ها ایجاد کرده است.

پایگاه های ارتباطات هوایی:

یک پاسخ بالقوه برای مشکل ارتباطات بی سیم ، استفاده ازپایگاههای هوایی است. این پایگاهها با داشتن قابلیت حمل بار و تجهیزات ارتباطی می توانند در یک مکان تقریبا ثابت ، در ارتفاع دلخواهی از جو فعالیت نمایند. بار آنها می تواند یک مرکز کنترلی کامل یا به طور ساده تنها یک بشقابک ماهواره ای باشد. با استفاده از این پایگاهها خط دید می تواند برای بیشتر کاربران با کمترین از دست رفتگی خط فضایی آزاد (FSPl[5]) فراهم شود و برای خدمات ارائه شده ویژگی های مفید ارتباطات زمینی و هوایی همراه هم فراهم گردد.

یک پایگاه هوایی علاوه بر کم کردن هزینه ها و فضای زیست محیطی مورد استفاده ، می تواند جایگزین تعداد زیادی دکل مخابراتی شود. با حذف نیاز به ساخت برج های ارائه کانالهای اینترنتی ، علاوه بر هزینه های نظارت و نصب مشکلات تجهیز سامانه ها نیز برطرف می شود. این پایگاهها می توانند در دو حالت بی سرنشین و با سرنشین طراحی شوند که در حالت بی سرنشین می توان از هدایت خودکار یا کنترل از سطح زمین بهره جست. پایگاههایی که در حال مطالعه جهت استفاده به عنوان پایگاههای هوایی هستند عبارتند از: کشتی های هوایی ، هواپیماها ، پهپادها و بالن های بسته شده به زمین (این بالن ها در حال حاضر می توانند به ارتفاع ۵ کیلومتر دست یابند) .

کشتی های هوایی از مخزن های بسیار بزرگ شبه صلب هلیم بهره می جویند. پایگاههای هوایی مانند پهپادهای خورشیدی برای باقی ماندن در یک مختصات ثابتنیازمند پرواز در خلاف جهت باد هستند. توسعه یافته ترین نمونه های این پهپادها مانند Helios (با دهانه بالی به بزرگی ۷۵ متر) نمونه های ساخت شرکت- Aerovironment هستند. نمونه های Pathfinder و Centurion آنها نیز توانسته اند تلاشهایی را برای پروازهای طولانی در ارتفاع ۲۵ کیلومتر (هشتاد هزار پا) انجام دهند. HeliPlat نیز یک هواپیمای خورشیدی ساخت یک دانشگاه ایتالیایی است که به عنوان بخشی از پروژه Helinet انجام گرفته است.از این پروژه ها جالب ترین هواپیماها آنهایی هستند که برای فعالیت در استراتوسفر و ارتفاع تقریبی ۱۷ تا ۲۲ کیلومتر طراحی شده اند و نام پایگاههای ارتفاع بالا را به خود گرفته اند.

پایگاههای ارتفاع بالا (HAP[6]) واژه ای است که چندی است برای پهپادهای خورشیدی با داشتن مداومت پروازی طولانی به کار برده می شود. دیگر واژه ای که برای این گونه پرنده ها کاربرد دارد واژه ی ارتفاع بالا پرواز طولانی (HALE[7]) است. این واژه به هواپیماهایی گفته می شود که قابلیت نظارت ثابت بر یک منطقه را داشته باشند. پایگاههای ارتفاع بالا هم اکنون در سطح جهان در حال پیشرفت هستند و جریان همه گیر فعالیت های اخیر، بازتاب تلاشها در هر دو زمینه اعم ا ز خدمات ارتباط بی سیم و همچنین فناوریهای ساخت پایگاهها مانند فناوری مواد ، سلولهای خورشیدی و سامانه ذخیره انرژی آنهاست.

مزیت های پایگاههای ارتفاع بالا بر دیگر سامانه ها :

پایگاههای ارتفاع بالا برای استفاده در ارتباطات بی سیم پهن باندتوانایی بالایی دارند. آنها با داشتن زاویه پوشش زمینی بیشتر اثرات پخش زمینی در دکل های مخابراتی را ندارند. برای نمونه با در نظر گرفتن فاصله ۲۰۰ کیلومتر و زاویه از افق ۵ درجه آنها می توانند جایگزین تعداد زیادی دکلهای مخابراتی زمینی شوند. همچنین این پایگاهها با داشتن ارتفاع کمتر نسبت به ماهواره ها کاهش قدرت موج کمتری دارند. مقدار کاهش قدرت موج- ۳٤db برای ماهواره های LEO و ٦٦db برای ماهواره های GEO است. در حال حاضر پهنای باند از ٤٧-٤٨ گیگاهرتز تا ۲۸ گیگاهرتز برای پایگاههای ارتفاع بالا در نظر گرفته شده است که در حال حاضر این بخش طیف بی استفاده است. این پایگاهها می توانند به عنوان یک پاسخ دهنده پویا برای نیاز های حمل ونقل به کار گرفته شوند .آنها نسبت به ماهواره ها ارزانترند ، می توانند در زمان نیاز به تعداد زیاد و با سرعت بیشتر به کار گرفته شوند ، پایگاه و بار آن قابل تغییر است ، به دلیل استفاده از انرژی خورشید برای محیط زیست بی خطرند و- نیازی به پرتابگر و- برج مخابراتی ندارند.برای نمونه یک پایگاه ارتفاع بالا با فاصله یک تا ده کیلومتر از زمین ، می تواندحجم تبادل اطلاعاتی برابر ۲۵

[5] free space path loss

[6] High Altitude Platforms

[7] High Altitude Long Endurance

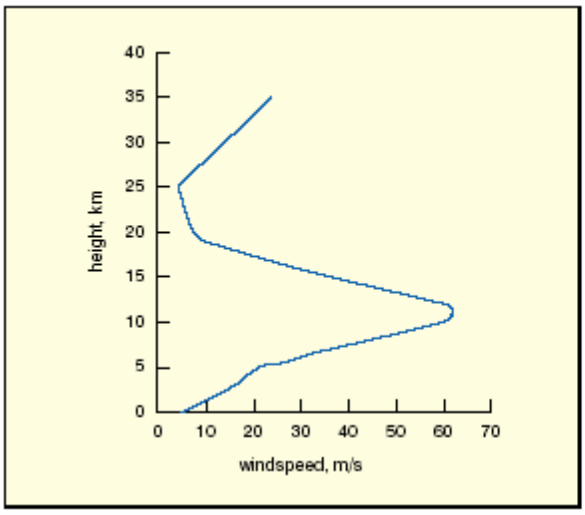
Mbps تا ۱۵۵Mbps داشته باشد.پوشش ارتباطاتی پایگاههای ارتفاع بالا ناحیه ای است و می توان با پیوند میان آنها یک شبکه ملی از آنان تشکیل داد و- یا به طور جایگزین می توان با ارتباط آنها با ماهواره ها شبکه های بزرگ دلخواه میان آنها ایجاد کرد. پایگاههای ارتفاع بالا تا کنون برای کاربرد در ارتباط پهن باند بی سیم ثابت (B-WA[۸]F) ، ارتباطات تلفن همراه به عنوان ژایگاه ثابت ، تلفن روستایی ، شبکه های تلویزیونی و رادیویی ، کاربرد های اضطراری ، ارتباطات نظامی و ... مطرح شده اند.

کشتی های هوایی به عنوان پایگاههای ارتفاع بالا:

در چند سال گذشته علاقه به استفاده از بالون ها و کشتی های هوایی به شدت افزایش یافته است. این افزایش علاقه به همراه پیشرفت فناوری های مرتبط مانند ساخت مخزن های پلاستیکی با قابلیت نفوذ کم هلیوم (گاز هلیوم بیش از مشابه ارزانترش هیدروژن، در این زمینه کاربرد دارد) , مقاوم در برار پرتو فرابنفش(UV) و استحکام بالا به روند جهانی شدن این پرنده ها سرعت بخشیده است.

در سالهای اخیر پروژهها ی گوناگون کشتی های هوایی انجام گردیده که از نمونه های تازه تر آن می توان به Zeppelin NT و Cargolifter (ساخته شده در آلمان) اشاره کرد. هم اکنون کشتی ها ی هوایی به عنوان بهترین گزینه برای پایگاههای هوایی ارتفاع بالا در نظر گرفته می شوند. دنیای فعالیت های تجاری در حال حاضر در تلاش برای دستیابی به یک پایگا ه ارتفاع بالا با صرفه اقتصادی و درصد اطمینان بالا برای کاربری ارتباطاتی است . یک چالش اصلی پیش روی هواپیماها و- کشتی های هوایی باقیماندن در مکان ثابت درمقابله وزش باد های محلی است. بر اساس داده های تجربی ارتفاع ۱۷ تا ۲۲ کیلومتر دارای کمترین سرعت باد وآشفتگی جوی است. به همین جهت برای بیشتر پرنده های ساخته شده این ارتفاع انتخاب گردیده است.

گرچه نیم رخ سرعت باد با تغییر عرض جغرافیایی و فصول سال تغییر می کند، اما عموما شکلی شبیه به شکل ۱ دارد. این ارتفاع همچنین از محدوده ی- ترافیکی هواپیماهای تجاری (مسافربری) نیز بالاتر است که این خود یک قابلیت گرانبهاست.



شکل ۱ نیمرخ سرعت باد برحسب ارتفاع از زمین

نمونه های ارائه شده کشتی های هوایی عموما از مخزن های شبه صلب یا غیر صلب هلیوم با طول تقریبی ۱۰۰ متر استفاده کرده اند. برای تنظیم مکان و مقابله با بادهای محلی نیز معمولا از موتورهای الکتریکی ملخ دار استفاده شده است. برای تامین انرژی برای موتورها و سایر کاربردها از سلولهای خورشیدی سبک ، در قالب صفحات انعطاف پذیر بر روی سطح بالایی کشتی استفاده می شود . وزن تقریبی این صفحات $۴۰۰g/m^۲$ است . همچنین در طول روز انرژی کافی در سلولهای سوختی قابل شارژ ذخیره می شود تا تمام انرژی مورد نیاز در شب تامین گردد . توازن انرژی در شب و روز برای یک کشتی هوایی از عوامل حیاتی محسوب می شود و مداومت پروازی این پرنده ها کاملا به عملکرد وکارایی سلولهای سوختی وابسته است.

در این ارتفاع جریان های هوایی ضعیف هستند و ترافیک هوایی تجاری را تحت تاثیر قرار نمی دهند. کشتی های هوایی می توانند به گونه ای ساخته شوند که نیازهای ترافیک هوایی را نیز در فضای ملی برآورده سازند. با افزایش ارتفاع زاویه دید بیشتر و نقاط کور و مسیرهای پروازی منطبق (از دید کشتی) کاهش می یابد.

در بخش بعد به مزیتهای کشتی های هوایی برای کاربری پایگاه ارتفاع بالا ،

چالشها و مشکلات پیش روی کشتی ها ی هوایی ، روند توسعه فعلی کشتی های هوایی در جهان خواهیم پرداخت.

---

[۸] **broadband fixed wireless access**