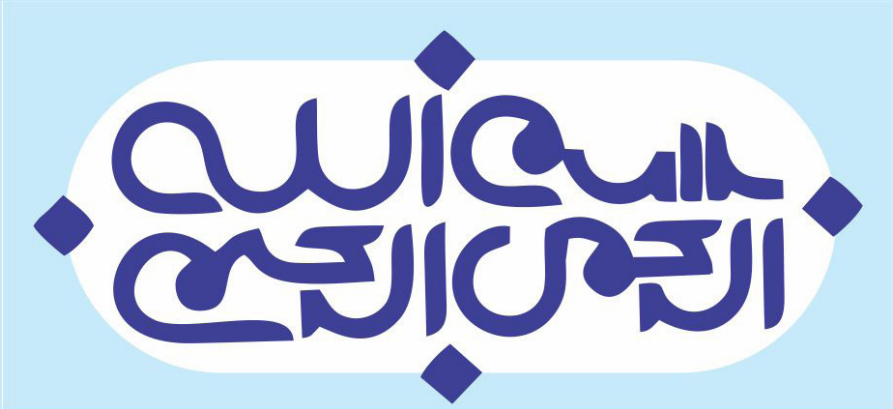
UAM Platform

Urban Air Mobility

ایراوین
مرکز نوآوری و شتابدهی
سامانه‌های هوشمند
بدون سرنشین


بسم الله الرحمن الرحيم

Urban Air Mobility

- تهیه و تنظیم: مرکز نوآوری و شتابدهی سامانه‌های هوشمند بدون سرنشین ایراوین
- مترجم: سیدمحمدحسین هاشمی
- ویراستار: ابراهیم وحدت
- صفحه‌آرایی: امید اسماعیلی، میثم قهرمانی‌نژاد
- مشاوران پروژه: دکتر حامد سعیدی، ایمان رستگار مقدم
- موسسات همکار: ستاد توسعه فناوری‌های حوزه فضایی، حمل و نقل پیشرفته معاونت علمی و فناوری ریاست جمهوری – کارگروه پهپاد اتحادیه صنایع هوایی و فضایی ایران

فهرست

Contents

UAM Platform ۱
(Urban Air Mobility) ۱
مقدمه ٦
فصل اول: مفهوم UAM ٦
- ساختار پیشنهادی اولیه UAM ۸
- اجزای کلیدی ۹
نمونه‌ای از پرنده‌های ساخته شده تا کنون ۱۰
پلتفرم کنترل و فرماندهی ۱۳
سیستم موقعیت یابی و مسیریابی ۱۳
نقاط پایه ۱٤
رابط کاربری(Interface) ۱٤
نکات کلیدی پلتفرم UAM ۱٥
چه چیزی UAM را به یک شیوه جدید حمل و نقل تبدیل می کند؟ ۱٥
تفاوت‌های کلیدی بین (UAV(Unmanned Air Vehicles و AAV ۱٦
تفاوت‌های کلیدی بین AAV و هلی‌کوپتر ۱٦
مزیت‌های کلیدی UAM نسبت به سیستم‌های اشتراکی موجود (به عنوان مثال اسنپ) ۱۷
فصل دو : برنامه ها و تجاری سازی ۱۹
راه حل نهایی برای حذف ترافیک، تصادف و آلودگی ۱۹
UAM چه میزان به واقعیت نزدیک است ؟ ۲۱
چه چیزی UAM را به یک صنعت زنده و فعال تبدیل می کند؟ ۲۲
۱) ضوابط و آیین نامه‌ها ۲۲
• Europe-The EASA ۲۲
• US-The FAA ۲۳
۲) تکنولوژی و فناوری ۲۳
۳) سرمایه ۲۳
حجم بازار پلتفرم UAM چقدر است؟ ۲٤
کاربرد اول ۲٤
کاربرد دوم : Air Metro ۲٤
کاربرد سوم : Air-Taxi ۲٤
یافته های مطالعات ۲٤
۱) استفاده از مفروضات خاص در مسئله ۲۷
۲) فرض‌های مربوط به وسیله نقلیه ۲۷
۳) مفروضات فناوری، زیرساخت و آیین نامه‌ای ۲۷
۵) متروی هوایی ۲۸

٦) تاکسی هوایی ۲۸
پذیرش و مقبولیت عمومی ۳۲
بازیگران اصلی چه کسانی هستند؟ ۳٤
نهادهای مرتبط با UAM ۳٤
شرکای شبکه ۳٤
تولیدکنندگان پرنده‌های UAM ۳٤
مدل‌های تجاری سازی ۳٤
فصل سه: مفاهیم و کاربردها ۳٦
پلتفرم UAM چگونه زندگی مردم را تغییر می دهد ؟ ۳۷
پلتفرم UAM چگونه بر روی شیوه‌های حمل و نقل کنونی تاثیر می‌گذارد؟ ۳۷
• خطوط هوایی ۳۷
• خطوط ریلی سریع السیر (HSR) ۳۸
• بزرگراه ها ۳۸
• خطوط دریایی ۳۸
فصل چهار: کاربردهای کلیدی ۳۹
کاربرد UAM ٤۰
گردشگری و تفریح ٤۰
آتش نشانی ٤۱
فعالیت های صنعتی ٤۲
فصل پنج : توسعه اکوسیستم UAM ٤٥
توسعه دهنده شبکه ٤٥
شریک شبکه ٤٥
زیرساخت ٤٥
زنجیره تامین ٤٥
نهادهای نظارتی ٤٥
فصل شش : مسیر پیش رو ٤٦
فناوری باتری ٤۷
مواد جدید ٤۷
آیرودینامیک ٤۷
شبکه 5G ٤۸
صدای تولیدی ٤۸
نتیجه گیری و آیین‌نامه‌ها ٤۹
مروری بر آیین نامه‌ها و مقررات مرتبط با UAM ٥۰
شرایط موجود برای پرواز با پرنده‌های کوچک (SUAV) همانند کوادکوپترهای فعلی مانند فانتوم و ٥۰
پنج زمینه اصلی در مقررات هوایی ٥۲

مقدمه

حمل و نقل هوایی شهری یا به اختصار UAM مفهومی است که نخستین بار توسط ناسا تحت عنوان « حمل و نقل هوایی ایمن و کارآمد در محیط شهری با استفاده از سیستم‌های خودکار و یا هدایت انسانی » معرفی شد. با توجه به اینکه دولت‌ها، موسسات و مراکز تحقیقاتی هزینه‌های بالایی صرف این موضوع کرده‌اند، لذا طی سالیان گذشته، حوزه و مفهوم UAM رشد بسیار بالایی پیدا کرده است.

انتظار می رود UAM به عنوان یک صنعت پیشرو و تحول آفرین، بتواند تحولی انقلابی در سیستم حمل و نقل کنونی شامل بزرگراه‌ها، راه‌آهن، خطوط هوایی و دریایی به وجود بیاورد. در مقاله ای که موسسه مورگان استنلی در سال ۲۰۱۸ منتشر کرده است، طی برآورد انجام شده، انتظار می رود بازار این تکنولوژی جدید (یو ای ام) و صرفه اقتصادی آن تا سال ۲۰۴۰ به عدد ۱٫۵ هزارمیلیارد دلار در سال برسد. همانطور که می دانیم رشد جمعیت شهری، آلودگی هوا و ازدحام جمعیت از مهم ترین تهدیدات رشد اقتصادی شناخته می شوند، لذا یک راه حل جایگزین برای حکومت و دولت ها بسیار با اهمیت است. UAM در حقیقت می تواند همان راه حل جایگزین باشد که دولت ها با گرفتن یک تصمیم راهبردی به گسترش این زمینه اهمیت بیشتری بدهند و شرایط را برای رشد هر چه بیشتر آن فراهم کنند تا در نهایت جایگزین حمل و نقل زمینی شود. در این فعالیت پژوهشی قصد داریم تا به کشف پتانسیل UAM از طریق بحث راجع به برنامه‌ها و نحوه تجاری سازی با محوریت استفاده‌های کاربردی و روزانه بپردازیم. ابتدا با مفهوم و سپس به نحوه تاثیر این مفهوم بر زندگی مردم و نیز سیستم‌های حمل و نقل موجود می‌پردازیم. اگر ایمنی شهرهای هوشمند و مدیریت خوشه‌ای پایه‌ای‌ترین مفاهیم حمل نقل شهری هوایی را شکل بدهند (UAM) در این صورت آینده حمل و نقل روان‌تر، هوشمندتر، کارآمدتر و با محیط زیست سازگارتر خواهد شد. ظهور و گسترش شبکه‌های نسل پنجم یا همان 5G نیز توانایی و عملکرد این سیستم حمل و نقل هوایی شهری(UAM) موجود را قدرت بیشتری می‌بخشد (درحقیقت زیر ساخت‌ها را بهبود می‌بخشد) با استفاده از ارتباطات نسل پنجم می توان تعداد بسیار زیادی پرنده و یا در کل، واحد متحرک را از فاصله دور به صورت موثرتر هدایت و کنترل کرد.

مفهوم UAM می تواند فراتر از محیط‌های شهری را هم شامل شود؛ مانند انجام فعالیت‌ها در محیط خارج از شهر و در مکان‌هایی که زیر ساخت‌های سنتی حمل و نقل به اندازه کافی وجود ندارد.

فراتر از حمل و نقل، این وسایل تکنولوژی (vehicles UAM) می‌توانند وظایف دیگری را نیز برعهده بگیرند، مانند ایفای نقش موثر در شرایط بحرانی همانند آتش سوزی، خدمات پزشکی و ....

با رشد فناوری، نیاز به همکاری بین دولت ها و موسسات برای تدوین چهارچوب‌های نظارتی برای تسهیل هر چه بیشتر این توسعه در آینده احساس می‌شود. مسئله مهم این است که UAM مفهومی نیست که صرفا مربوط به آینده باشد بلکه جهان امروز را هم در بر می‌گیرد و بدون توجه به شرایط مطرح شده، پیشرفت در این زمینه در آینده سخت می‌شود.

فصل اول

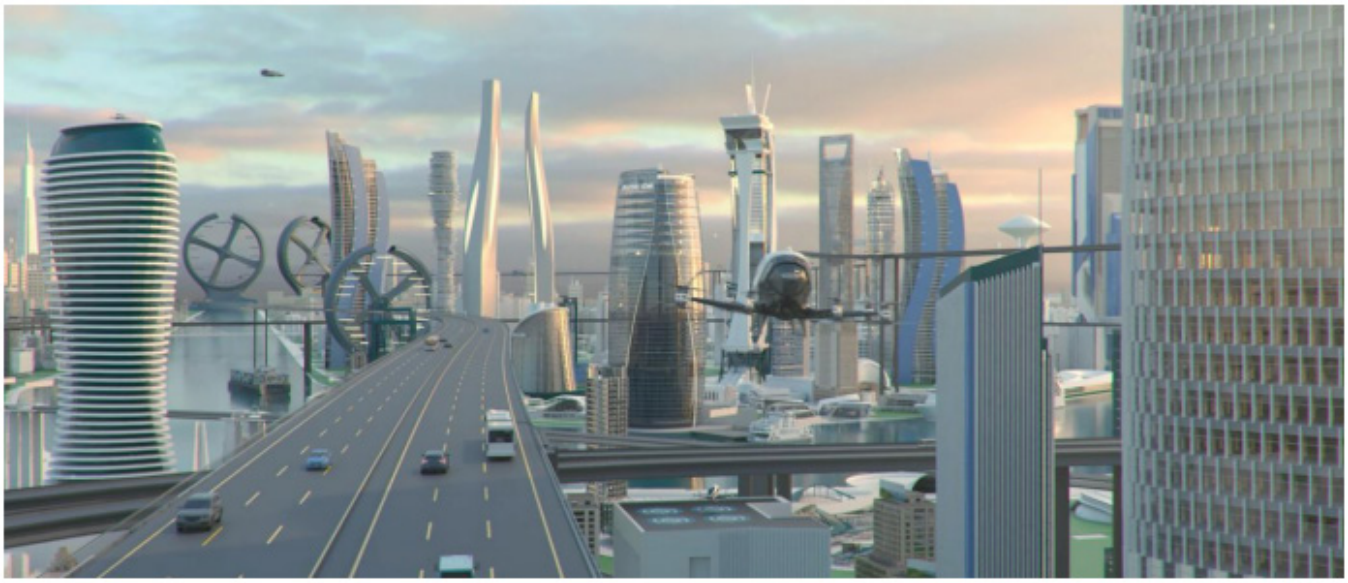
مفهوم UAM

UAM به عنوان مدلی جدید برای حمل و نقل، از نظر ساختار سیستمی بسیار شبیه به سیستم تقاضای اتوبوس است تا تاکسی، از آنجا که این وسایل تحت کنترل یک سیستم متمرکز هستند، پیشنهاد می‌شود که تمامی پرنده‌ها قبل از پرواز تایید شوند و نیز توسط پلتفرم UAM کنترل شوند تا راه‌های بین هر دونقطه که توسط سامانه command & control تعریف شده را کنترل کنند.

در تحقیقی که توسط ناسا در ۲۵ ژوئن سال ۲۰۱۸ منتشر شده است، Urban Air Mobility Airspace Integration Concepts and Considerations جامع‌ترین توصیف در ارتباط با UAM به این صورت عنوان شده است؛ «حمل و نقل هوایی ایمن و کارآمد در محیط شهری با استفاده از سیستم‌های خودکار و یا هدایت انسانی (safe and efficient air traffic operations in a metropolitan area for manned aircraft and unmanned aircraft systems) با این حال تکنولوژی و قوانین فعلی تنها اجازه استفاده از این تکنولوژی تحت عنوان هلی‌کوپترهای معمولی را می‌دهند و در حال حاضر استفاده از پرنده‌های خودکار الکتریکی (AAV) همانند یک رویای آینده نگرانه است. با توجه به تحقیقات و گزارشات موجود، این باور وجود دارد که UAM هم اکنون نیز می‌تواند در بسیاری از موارد نوآورانه تر به کار گرفته شود، به خصوص اینکه این پلتفرم بیشترین اقبال را برای اجرا در مقیاس کامل دارد. به این شرط که بر روی ایمنی، عملکرد هوشمند و اتصال به مرکز کنترل واحد تمرکز کند.

مهم ترین اولویت در هر صنعت و فناوری، ایمنی است. همانطور که در سایر وسایل حمل و نقل بخصوص حمل و نقل هوایی نیز تا کنون ایمنی مهم ترین مسئله بوده است. به همین دلیل سیستم‌های موجود در این مفهوم (UAM) باید مجهز به سیستم‌های هدایت و ذخیره انرژی بک آپ باشند.

کارکرد UAM هوشمند به عنوان یک فناوری نوین در این است که بدون نیاز به حضور خلبان بتوان وسیله را کنترل کرد که این موضوع نه تنها نیاز به حضور انسان در کاکپیت و هزینه‌های وابسته به آن را از بین می برد بلکه ایمنی را نیز با حذف اشتباهات انسانی افزایش می‌دهد. همچنین این تکنولوژی باعث می شود که این وسیله از روی زمین نیز قابل کنترل تر باشند. در انتها نیز تکنیک مدیریت خوشه‌ای متمرکز در یک ایستگاه کنترل زمینی به اپراتور UAM این امکان را می‌دهد تا به هدایت وکنترل تعداد زیادی از وسایل به صورت ایمن و کار آمد بپردازد. با این روش تمامی روت‌های هوایی از پیش تایید و نیز از پیش تعیین شده اند، بنابراین UAM تنها بین نقاط مبنا که از قبل مشخص شده است حرکت می‌کنند.



- ساختار پیشنهادی اولیه UAM

UAM به عنوان مدلی جدید برای حمل و نقل، از نظر ساختار سیستمی بسیار شبیه به سیستم تقاضای اتوبوس است تا تاکسی، از آنجا که این وسایل تحت یک سیستم متمرکز هستند، پیشنهاد می‌شود که تمامی پرنده‌ها قبل از پرواز تایید شوند و نیز توسط پلتفرم UAM کنترل شوند تا راه‌های بین هر دونقطه که توسط سامانه command & control تعریف شده راکنترل کنند. هر نقطه پایه سلولی از شبکه UAM را تشکیل می‌دهد که یک منطقه خاص را پوشش می‌دهد و با استفاده ازخطوط مستقیم به دیگر نقاط متصل می‌شود. نقاط پایه بزرگتر با چگالی بیشتر خطوط وارده و خارجه یک گره یا در حقیقت یک هاب از شبکه را تشکیل می‌دهند. شبکه با افزودن نقاط پایه و به تبع آن مسیرهای جدید گسترش می‌یابد تا نیازهای در حال رشد را مرتفع کند.

در حالت کلی سیستم و پلتفرم UAM از اجزای زیر تشکیل شده است:
وسیله نقلیه (AAVs, EVTOLs)، پلتفرم فرماندهی و کنترل، سیستم موقعیت یابی و هدایت، نقاط مبنا (که شامل زیرساخت هایی برای نشستن پرنده ها و پورت‌های شارژ آنان و ... می شود) و یک رابط کاربری که در حقیقت عملکرد و وظیفه کلیدی سیستم UAM که شامل جابجایی نفر و کالا است و ملاحظات مورد نیاز اعم از ایمنی و راحتی و... برای حمل نفر را دربرمی‌گیرد.
واقعیت این است که مسیرهای هوایی فعال UAM دیگر یک داستان علمی تخیلی نیستند. در سال ۲۰۱۹ اولین جابجایی نفر تحت این سیستم در استان ژیجیانگ (Zhejiang) چین انجام گرفت و طی آن بندر را به یک هتل کوچک (boutique hotel) متصل کرد. در حقیقت این پرواز زمان مسیر عادی و زمینی را که ۴۰ دقیقه به طول می انجامید به ۵ دقیقه کاهش داد. (این پرواز با استفاده از سیستم و پرنده ایهانگ EHANG انجام شده است)

- اجزای کلیدی
وسیله ی نقلیه (Vehicles)

وسایل نقلیه پلتفرم UAM پرنده‌هایی هستند که از نقطه‌ای به نقطه دیگر پرواز می‌کنند. البته این دو نقطه از قبل در سیستم تعریف شده‌اند. مسئله مهم این است که این پرنده‌ها باید بتوانند انسان و سایر وسایل را جابجا کنند (می‌توان برای هر نیاز و کاربردی یک وسیله نقلیه را طراحی کرد) با توجه به شرایط محیطی یعنی وجود ساختمان‌ها، درخت‌ها، مسیر و راه‌ها، ترافیک و جمعیت، وسیله پرنده ایده آل باید خودکار باشد و همچنین کوچک و چابک تا مانور پذیری بالایی داشته باشد. همچنین این وسیله باید اقتصادی باشد و توانایی نشست و برخاست عمودی را نیز داشته باشد. به عنوان اولویت اول در ابتدایی‌ترین زمینه های طراحی یک پلتفرم UAM لازم است به ایمنی توجه ویژه‌ای شود. به همین خاطر فهرستی از شرایط برای ایمنی حداکثری که در زیر می‌آید لازم است.

۱) فراوانی منبع ایجاد قدرت همانند استفاده از چند سری موتور و ملخ، همانند هگزا کوپترها
۲) فرایند کاملا خودکار برای از بین بردن خطاهای انسانی خلبان
۳) وجود یک جایگزین (بک آپ) برای سیستم‌های کنترل ترافیک، ارتباطات و موقعیت یابی
٤) مرکز فرماندهی و کنترل عملیات متمرکز برای ایجاد اطمینان از ایمنی عملیات
٥) سیستم پیشگیری از برخورد با موانع (همانند رادارهای میلیمتری و موقعیت یابی بصری)
٦) سیستم‌های خود ارزیاب پرنده برای شناسایی آنی مشکلات پرنده

نمونه‌ای از پرنده‌های ساخته شده تا کنون:

- Ehang AAVs

واژه AAV ابتدا توسط شرکت چینی ایهانگ و در سال ۲۰۱۶ و با پرواز پرنده ایهانگ ۱۸۴ و در نمایشگاه CES در لاس وگاس مطرح شد. این پرنده بدون نیاز به خلبان و با استفاده از کنترل زمینی به مدت۲۰ دقیقه پرواز انجام می‌دهد. پس از رونمایی، نسخه‌های پیشرفته تری از این پرنده، از جمله ایهانگ ۱۱۶ و نسخه دونفره آن یعنی ایهانگ ۲۱۶ نیز تست پروازی را انجام دادند.

- Airbus Vahana

Crew	None; autonomous
Capacity	1 passenger; 340kg
Length	5.7-5.86m
Wingspan	6.25m
Height	2.81m
Net weight	726kg
MTOW	1,066kg
Propellers	8 x 1.5m in diameter
Cruise speed	190-220km/h

- Boeing PAV

Crew	None; autonomou
Capacity	2 passengers, 225k
Length	9.14m
Wingspan	8.53m
Height	NA
Empty weight	575kg
MTOW	800kg
Propellers	1 horizontal + 8 ve

- Lili um Jet

Crew	1 pilot
Capacity	4 passengers
Propellers	36 vertical
Cruise speed	300km/h
Range	300km

- Kitty Hawk Cora

Crew	None; autonomous
Capacity	2 passengers; 181kg
Length	NA
Wingspan	11m
Height	NA
Empty weight	NA
MTOW	NA
Propellers	12 vertical + 1 horizontal
Cruise speed	180km/h
Range	100km

- Volocopter VC۲X

Crew	1
Capacity	2 (1 passenger + 1 pilot); 160kg
Length	3.2m excluding propeller ring
Width	9.15m including propeller ring
Height	2.15m
Empty weight	290kg
MTOW	450kg
Propellers	18 x 1.8m in diameter
Max speed	100km/h
Range	27km at 70km/h
Service ceiling	2,000m

- The Opener BlackFly

Crew	1
Capacity	1pilot; 113kg
Length	4.09m
Width	4.14
Height	1.5m
Empty weight	142kg
MTOW	255kg
Propellers	8
Max speed	130km/h
Range	64km

پلتفرم کنترل و فرماندهی :

از میان تمامی وسایلی که در بالا اشاره شد، تنها پرنده ایهانگ است که تحت فرمان یک مرکز کنترل زمینی است که البته به نظر موثرترین روش برای کنترل ترافیک این پرنده‌هاست. برخلاف دیگر شیوه های حمل و نقل همانند ماشین و یا هواپیما، پلتفرم UAM نیازمند یک مرکز فرماندهی و کنترل است که این مرکز بتواند به صورت خودکار به انجام وظایف مختلف بپردازد. با کمک کامپیوترها و تکنیک‌های مدیریت خوشه‌ای، این سیستم می تواند پرواز هزاران پرنده را به طور همزمان کنترل کند. با استفاده از همین روش است که می توان برای ترافیک‌های پیچیده راه حلی پیدا کرد.

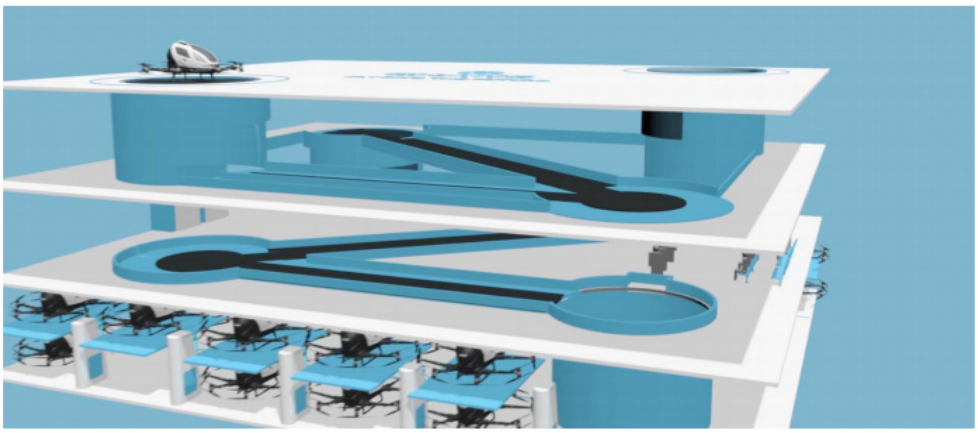
به علاوه اینکه این شیوه مدیریت مزایایی هم برای مدیریت شهری دارد. این روش می‌تواند از ازدحام ترافیکی پیشگیری و نیز تعداد تصادفات را کاهش دهد و از طرف دیگر برای نیروهای امدادی همانند پلیس و اورژانس نیز امکان دسترسی به آخرین اخبار و اطلاعات را فراهم کند. باید این نکته را هم یاد آور شد که کانسپت مرکز کنترل فرماندهی ماهیتی متفاوت از UTM دارد (Unmanned Aircraft System Traffic Mnagement) UTM موظف به تعریف سرویس‌ها، وظایف و مسئولیت‌ها، معماری اطلاعات، پروتکل‌های تبادل داده یا همان دیتا و... در ارتباط با مدیریت پرنده‌هایی است که در ارتفاع پایین و بدون کنترل (بدون مسیر و نقطه پایان و شروع مشخص) همانند کوادکوپترها پرواز می کنند، حال آنکه در مرکز کنترل و فرماندهی مسیر و نقاط شروع و پایان مشخص می‌باشند.

سیستم موقعیت یابی و مسیریابی

سیستم های ناوبری فعلی (GNSS) همانند GLONASS,GPS,Galileo,BDS می توانند نیاز فعلی پلتفرم UAM را تامین کنند. برای ناوبری دقیق‌تر در شرایط پیچیده همانند آینده این پلتفرم، نیاز است تا تاسیساتی زمینی نیز به این سیستم ناوبری اضافه شود تا عملکرد سیستم‌های مبتنی بر ماهواره را بهبود ببخشد. به علاوه اینکه سیستم‌های موقعیت‌یابی بصری(VPS) نیز باید بر روی پرنده نصب باشند تا در هنگام کاهش و یا قطع سیگنال GPS (مفهوم کلی GPS) بتواند به پرنده کمک کند.

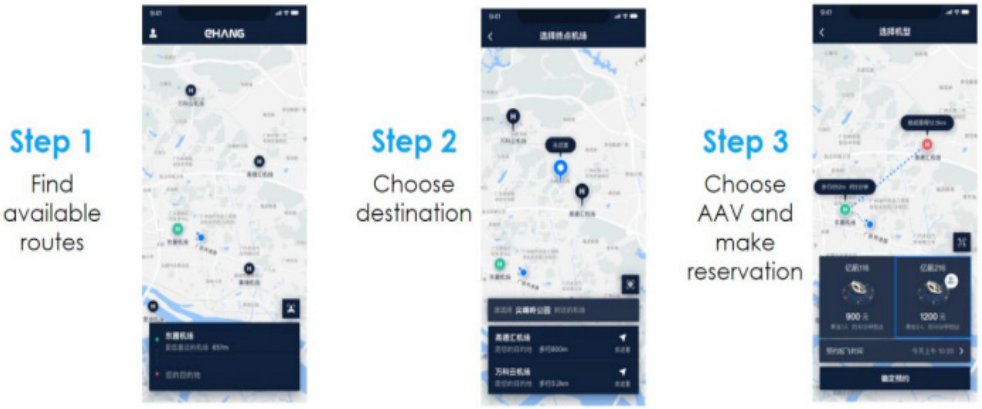
نقاط پایه

نقطه پایه (Base Points) در پلتفرم UAM به صورت سایت هایی تعریف شده است که پرنده‌ها از آنجا تیک‌آف و یا درآنجا فرود می‌آیند. هر یک از این نقاط باید در پلتفرم ثبت و بعد تایید شوند تا به عنوان عضوی از شبکه قرار بگیرند و پرنده‌ها بتوانند فقط میان این نقاط رفت و آمد کنند. این نقاط در طول زمان گسترش شبکه به صورت پیوسته به شبکه اضافه می‌شوند و باعث گسترش شبکه می‌شوند. اندازه این نقاط و گنجایش آن با توجه به ترافیک و درحقیقت تعداد خطوطی که از آنها می‌گذرند محاسبه می‌شود. به علاوه لازم است در این نقاط، پدهای فرود، داک‌هایی برای شارژ پرنده، محل‌های انتظار برای مسافران و محلی برای ذخیره پرنده‌ها (در صورت نیاز) نیز تعبیه شوند تا فرایند حمل و نقل بدون وقفه در جریان باشد.



رابط کاربری(Interface)

برای ایجاد هماهنگی و کنترل بین مسافر و مرکز فرماندهی، اپلیکیشنی نیاز است تا اجازه تصمیم گیری و درخواست خدمات را به مسافر بدهد و با تایید او برای خدمت مورد، نظر اطلاعات به صورت آنلاین و در لحظه با مرکز فرماندهی و کنترل در میان گذاشته شود تا علاوه بر تغییرات در شبکه، مسافر نیز بتواند از طریق همان اپلیکیشن، کارهایی همانند مدت زمانی که در انتظار است و میزان هزینه‌ای که به صورت آنلاین باید بپردازد را محاسبه کند.



نکات کلیدی پلتفرم UAM

۱) خدمات خودکار: پرواز کاملا خودکار به این معنا است که نیازی به وجود خلبان درون پرنده نیست و نیازی نیست که مسافران تجربه خلبانی داشته باشند و تمامی پردازش‌ها توسط کامپیوتر انجام می‌شود. این اتفاق باعث افزایش راندمان وکاهش بسیار زیاد هزینه کارکنان می‌شود. همچنین باعث کاهش بسیار زیاد خطاهای انسانی و مانع وقوع حوادث نیز می‌شود.

۲) سریع و بدون دردسر: در مقایسه با شیوه‌های سنتی تر حمل و نقل زمینی در پلتفرم UAM به مسافران و همچنین کالاها اجازه جابجایی سریع و کارآمد در بین نقاط شهر در مسیرهای مستقیم را می‌دهد.

۳) پلتفرم متمرکز: خودروهای امروزی حتی آنهایی که به صورت خودکار نیز این فعالیت را انجام می‌دهند به صورت یک واحد مجزا هستند و با دیگرخودروها ارتباطی ندارند، لذا مشکل تصادفات و نیز ترافیک حل نشده باقی می‌ماند. اما در پلتفرم متمرکزی مانند UAM تمامی پردازش‌ها و حرکات در یک مرکز کنترل و فرماندهی زیرنظر گرفته می‌شود تا از جریان پیوسته و آزاد ترافیک در هر ساعت از شبانه روز اطمینان حاصل شود.

٤) اقتصاد مشترک: از آنجا که پلتفرم UAM یک شبکه گسترده از دسترسی و یک انتخاب راحت را در اختیار مصرف‌کننده قرار می‌دهد، لذا هر فرد نیاز ندارد تا حتما پرنده اختصاصی خود را داشته باشد. این خود باعث افزایش راندمان از جهت کاهش تعداد پرنده و نیز حل مشکل جای پارک بخصوص در شهرهای بزرگ می شود.

۵) انرژی پاک: از آنجا که پرنده‌های تحت هدایت این پلتفرم از سیستم‌های پیشران الکتریکی استفاده می کنند لذا این سیستم‌ها آلودگی برای محیط زیست ندارند و از این نظر یک مزیت بزرگ محسوب می‌شود.

چه چیزی UAM را به یک شیوه جدید حمل و نقل تبدیل می کند؟

تفاوت‌های کلیدی بین UAM و مدل‌های موجود خطوط هوایی:

۱) گستره پرواز: پلتفرم UAM پروازهایی با رنج کوتاه تا متوسط (۳ تا ۱۰۰ کیلومتر) که مخصوص محدوده شهری هستند را پیشنهاد می‌دهد به خصوص آنکه در حل معضل «۵۰ کیلومتر آخر» نیز راه حل ارائه می‌دهد، حال آنکه ایرلاین‌های موجود چنین توانی ندارند (۵۰ کیلومتر آخر از فرودگاه تا محل اسکان به صورت متوسط محاسبه می‌شود)

۲) ارتفاع پرواز: UAM محدوده‌های کوتاه با سقف پروازی۸۰۰ متری را پوشش می‌دهد که تداخل با فضای امن فرودگاهی و هواپیمایی در ارتفاع ۸ تا ۱۲ کیلومتری را ندارد.

۳) سیستم کنترل و فرماندهی: سیستم متمرکز فرماندهی و کنترل در پلتفرم UAM باعث می‌شود که سفرها تحت این پلتفرم کاملا خودکار و بدون دخالت انسان انجام شود. با اینکه سیستم‌های خلبان خودکار در ایرلاینرهای فعلی بسیار پیشرفت کرده اند اما باز هم زمان می‌برد تا کل این فرایند به صورت خودکار انجام شود.

٤) سیستم ایجاد قدرت: در پرنده‌های UAM از رانشگرهای الکتریکی استفاده می‌شود که آلودگی ندارند اما در ایرلاینرهای فعلی با تمام تدابیر پیش بینی شده برای کاهش مصرف سوخت، اما هنوز از مقدار زیادی سوخت جت برای ایجاد رانش استفاده می‌شود.

تفاوت‌های کلیدی بین UAV(Unmanned Air Vehicles) و AAV

	AAVs	UAVs
	Differences	
1	Can carry both passengers and freight	Exclude passengers
2	Centralized command-and-control	1:1 control or centralized control
3	4G/5G network	Radio frequency, WiFi, or 4G/5G
4	Long remote control range globally	Mostly short-range control at only 100-3,000m
5	Cluster management (easy)	Lack of management (difficult)
6	Sophisticated tasks (passenger flight, logistics deliveries)	Limited functions (photography, video, etc.)
7	Payload up to 200-600kg	Small payload below 10kg
	Similarities	
	Autonomous, remote control, electric-powered, rotary, vertical take-off/landing	

تفاوت‌های کلیدی بین AAV و هلی‌کوپتر

	AAV	Helicopter
1	Higher safety led by distributed propulsion system (DPS) with multiple propellers	Single propeller with failure risk
2	Full automation to eliminate human errors	Accident risk led by human errors
3	Reasonable vehicle price	High vehicle price
4	No pilot costs	High pilot costs
5	Low repair & maintenance cost	High repair & maintenance cost
6	Low noise	High noise
7	Zero emission, green energy	High fuel cost with pollution
8	Small in size, easy take-off/landing	Larger size requires bigger landing spot

مزیت‌های کلیدی UAM نسبت به سیستم‌های اشتراکی موجود (به عنوان مثال اسنپ)

	AAVs	Net cars
1	Fully autonomous, auto-piloting	Human drivers
2	Good privacy and safety	Safety concerns
3	Straight-line air routes with no congestions	Ground routes subject to congestions
4	Stable standard service quality	Less stable service quality
5	High margin / low operating cost	Negative / low profit margins
	Similarities	
	Centralized platform, asset light, tech-driven, sharing economy	

فصل دوم

برنامه‌ها و تجاری‌سازی

موفقیت UAM وابسته به عملیات تجاری سازی و توسعه است. پیچیدگی تکنولوژی‌های جدید به خصوص در بخش توسعه مرکز فرماندهی و کنترل متمرکز باعث می‌شود که سازنده‌های پرنده‌ها به اپراتورهای بالقوه UAM تبدیل شوند.

فصل دو : برنامه ها و تجاری سازی

موفقیت UAM وابسته به عملیات تجاری سازی و توسعه است. پیچیدگی تکنولوژی‌های جدید به خصوص در بخش توسعه مرکز فرماندهی و کنترل متمرکز باعث می‌شود که سازنده‌های پرنده‌ها به اپراتورهای بالقوه UAM تبدیل شوند. این دقیقا نقطه مقابل ایرلاین‌های سنتی است که هزاران اپراتور وجود دارد (منظور خود ایرلاین ها هستند) که با هم به رقابت می‌پردازند و یک حاشیه سود بسیار ضعیف ایجاد می‌کنند. در صنعت UAM با توجه به کاهش اپراتورها ایجاد رقابت بین آنها و داشتن حاشیه سود بیشتر محتمل تر است.

راه حل نهایی برای حذف ترافیک، تصادف و آلودگی

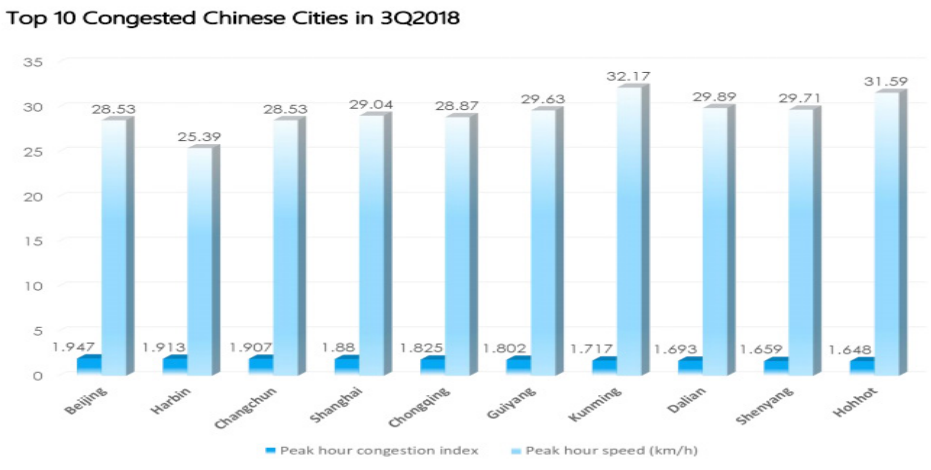
با گسترش جمعیت شهری، ازدحام ترافیکی به یک معضل اساسی تبدیل شده است که هم بر روی کیفیت زندگی مردم تاثیر گذاشته و هم مانع پیشرفت اقتصاد شده است. به عنوان مثال؛ در سال ۲۰۱۸ شهروندان در آمریکا به طور متوسط ٤١ ساعت را در ترافیک گذرانده‌اند. طی تحقیقی که در سال ۲۰۱۷ انجام شده است ازدحام ترافیک باعث ضرر ۳۰۵میلیارد دلاری به آمریکا شده است. همینطور میزان آلودگی نیز در خودروها بسیار بالاست و تخمین زده می‌شود هر ماشین سواری معمولی به طور متوسط در سال ۲٫۷ تن اکسید کربن وارد جو می‌کند.

Countries	Loss (US$ bn)
USA	305.0
New York	33.7
Los Angeles	19.2
San Francisco	10.6
Atlanta	7.1
UK	52.0
Manila	18.6
Bangladesh	11.4
Jakarta	5.0
Dhaka	4.5

2017 Rank (2016 Rank)	City / Large Urban Area	2017 Peak Hours in Congestion	% of Total Drive Time in Congestion	Total Cost Per Driver in 2017	Total Cost to the City in 2017
1 (1)	Los Angeles, CA	102 (-2%)	12%	$ 2,828	$19.2bn
2 (2)	New York City, NY	91 (+2%)	13%	$ 2,982	$33.7bn
3 (3)	San Francisco, CA	79 (-5%)	12%	$ 2,250	$10.6bn
4 (4)	Atlanta, GA	70 (-1%)	10%	$ 2,212	$7.1bn
5 (5)	Miami, FL	64 (-2%)	9%	$ 2,072	$6.3bn
6 (6)	Washington, DC	63 (+3%)	11%	$ 2,060	$6.1bn
7 (8)	Boston, MA	60 (+3%)	14%	$ 2,086	$5.7bn
8 (9)	Chicago, IL	57 (0%)	10%	$ 1,994	$5.5bn
9 (10)	Seattle, WA	55 (0%)	12%	$ 1,853	$5.0bn
10 (7)	Dallas, TX	54 (-8%)	6%	$ 1,674	$4.9bn

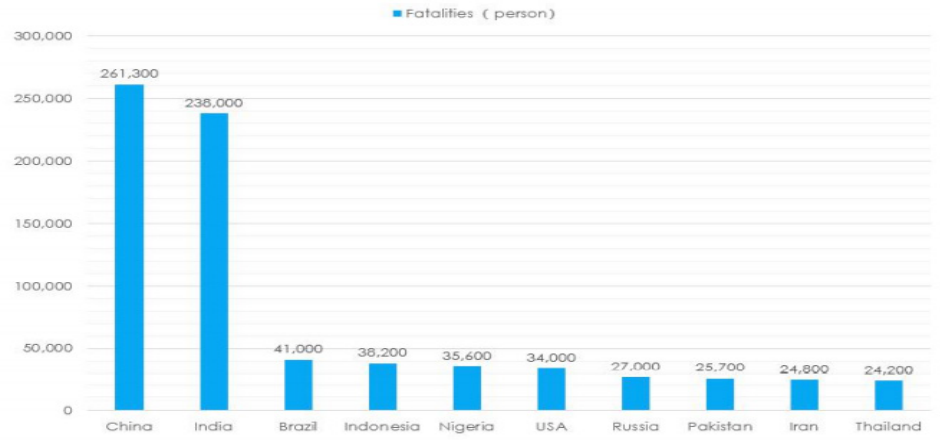
بدیهی است که مشکل ترافیک با افزودن و ساخت راه‌های جدید از بین نمی‌رود، بلکه در شرایط موجود فقط این محورها ترافیک را اضافه می‌کنند. یعنی ترافیکی که قبلا وجود نداشته را به سمت خود می کشند و خود زیر بار ترافیکی جدید می‌روند. به بیان دیگر یک بار ترافیکی دیگر به شرایط قبلی اضافه شده و کمکی به حل معضل نمی‌شود. بر اساس تحقیقی که در موسسه تحقیقاتی وارتون در دانشگاه پنسیلوانیا با عنوان «بعید است با افزایش راه ها وهمچنین افزایش حمل و نقل عمومی به این شیوه امروز مشکل ازدحام برطرف شود » انجام شده است نیز بر این ادعا صحه گذاشته شده است.

مثالی بر این ادعا کشور چین است که علیرغم شتاب بسیار بالا در ساخت مسیرها و جاده‌ها، ترافیک نیز در آن رشد کرده است. طی تحقیقی که بر روی ۱۰۰شهر این کشور انجام شده است، مردم به صورت میانگین ۲۰ تا ٦٠ دقیقه را در ترافیک می‌گذرانند. با رشد جمعیت شهری در چین که با سرعت بسیار زیادی هم همراه است ترافیک به یک مشکل اصلی و حل نشده تبدیل شده و در آینده نیز با همین رویه، شهرها تبدیل به یک پارکینگ غول پیکر می‌شوند.



Source: China Urban Traffic Research Report, 2018

علاوه بر این به دلیل افزایش بالای مالکیت شخصی خودروها، تعداد تصادفات هم افزایش یافته است و میزان مرگ و میر در کشورهای در حال توسعه ای مانند چین و هند رقم بالایی را شامل می شود. بر اساس گزارش WHO ۱٫۲۵ میلیون نفر سالیانه بر اثر تصادفات جان خود را از دست می‌دهند که معادل ۳٤۰۰ مرگ روزانه است. این تعداد علاوه بر تعداد افرادی است که در سوانح مجروح و یا نقص عضو می شوند. عمده ترین علت تصادف نیز خطای انسانی است.



Source: WHO

این خطای انسانی می‌تواند تقریبا به صورت کامل توسط سیستم های خودکار همانند پلتفرم UAM از زندگی بشری حذف شود و مرگ و میر را به عدد صفر برساند.

در انتها نیز به دلیل جایگزینی موتورهای برقی با موتورهای درون سوز در پرنده های UAM میزان گازهای گلخانه ای منتشر شده در شهرها به صورت قابل توجهی کاهش می‌یابد. بر اساس داده ها یک ماشین سدان با موتور ۱٫٦ لیتری به طور متوسط در سال ۱۰۰۰ لیتر سوخت مصرف می‌کند و در عوض در حدود ۲٫۷ تن دی اکسید کربن از اگزوز خود خارج می‌کند. کشور چین به تنهایی در سال ۲۰۱۸ قریب به ۱۰۳٫۵۷ میلیون تن کربن دی اکسید وارد جو کرده است!

UAM چه میزان به واقعیت نزدیک است ؟

با توجه به افزایش ترافیک، تصادفات و آلودگی هوا، آسمان‌ها را می توان پاسخ تمام این معضلات دانست. اولین ایده ماشین پرنده با شکل تقریبا امروزی از اوایل دهه ۵۰ میلادی به تصورات عمومی اضافه شد. هر چند وجود وسایل پرنده شخصی بخصوص بالن‌ها و کشتی‌های هوایی از اوایل قرن بیستم وارد تصورات بشر شد. برای مثال در سال ۱۹۵۷ مجله "popular mechanics" تصویری از شمای کلی این ماشین‌ها ارایه و پیش بینی کرد که تا ۱۰ سال دیگر این ماشین‌ها همه گیر خواهند شد، هر چند این مقدار کمی بیشتر طول کشیده و ما هنوز هم در سال ۲۰۲۱ منتظر این وسایل هستیم اما پیش بینی شده است صنعت مرتبط با پلتفرم UAM تا سال ۲۰۳۰ به زیر ساخت‌های لازم می‌رسد و پس از آن رشد چشمگیری می‌کند.

اولین پرواز EHANG 184 در نمایشگاه CES 2016 نشان داد که این اتفاق تنها مربوط به آینده نیست و می توان زودتر از سال ۲۰۳۰ به آن دست یافت.

Source: EHang Research

چه چیزی UAM را به یک صنعت زنده و فعال تبدیل می کند؟

صنعت UAM طی ۳۰ تا ۵۰ سال آینده باید به عنوان یک استراتژی کلیدی در حمل و نقل در نظر گرفته شود. دولت ها باید در سرتاسر جهان توجه و پشتیبانی جدی در این امر از خود نشان دهند تا در چرخه رقابت باقی بمانند. بعضی از کشورها از همین امروز شروع کرده‌اند. برای مثال مسئولین شهر بزرگ گوانگژو در چین وارد یک همکاری استراتژی با شرکت Ehang برای توسعه پلتفرم UAM این شرکت شده اند که این اتفاق شهر گوانگژو را تبدیل به اولین شهری می‌کند که از این پلتفرم استفاده می‌کند. در همین ایام نیز شرکت Volo Copter اولین پورت برای تاکسی هوایی خود را در سال ۲۰۱۹ و در سنگاپور راه اندازی کرد. در اکتبر همین سال این شرکت با به پرواز در آوردن تاکسی هوایی Volocopter 2X فاصله‌ای تقریبا ۱٫۵کیلومتری را در ۲ دقیقه در آسمان سنگاپور پیمود و برای اولین بار نیز از ایستگاه یا پورت خود با نام Voloport رونمایی کرد.

به صورت کلی برای موفقیت پلتفرم UAM به سه عنصر اصلی نیاز است:

۱) ضوابط و آیین نامه‌ها

۲) تکنولوژی و فناوری

۳) سرمایه

۱) ضوابط و آیین نامه‌ها

تعدادی از مهم ترین آیین نامه‌ها در مکان‌های مختلف:

• CHINA-CAAC

در کشور چین آیین نامه‌ها و ضوابط دارای سه سطح هستند. نظامی (PLAA)، هوانوردی غیرنظامی (CAAC) و دولت محلی

۱) PLAA برای تایید Airspace

هر پرواز تحت پلتفرم یو ای ام نیاز به تاییدیه نیروی نظامی محلی دارد. این تاییدات معمولابه صورت یکبار مصرف اعطا می‌شوند و فقط در یک مدت زمان محدود دارای اعتبار هستند.

۲) CAAC برای تایید Airworthiness

یک راهنمای کلی توسط این نهاد برای پرنده‌های بدون سرنشین کنونی (اعم از کوادکوپتر و ...) منتشر شده که در آن چارچوب airworthiness بر اساس ارزیابی، طبقه بندی و مدیریت ریسک هر عملیات (پرواز) مشخص شده است. طبق این چارچوب برای پروازهای آزمایشی یک منطقه خاص و یک تاییدیه بخصوص صادر می‌شود تا تست‌ها، آزمایشات و همچنین بررسی‌های محیطی بر روی این پرنده‌های دارای سرنشین انجام شود.

۳) دولت محلی

از آنجا که هیچ قانون مدونی در ارتباط با عملیات‌های تجاری مرتبط با پرواز AAV های دارای مسافر وجود ندارد، مشخص نیست که آیین‌نامه‌های فعلی در چین اجازه انجام چنین عملیات‌هایی را در محیط‌های شهری می‌دهند یا خیر. بر اساس آخرین همکاری‌های راهبردی بین یکی از شرکت های پیشرو در این زمینه یعنی Ehang و دولت محلی گوانگژو، راه برای دیگر پروژه ها باز شده است.

• Europe-The EASA

شخصیت حقوقی در تنظیم آیین نامه در اتحادیه اروپا برای ارائه گواهینامه و مدرک، نهاد Airworthiness است. اتحادیه اروپا قوانین جدیدی را در سال ۲۰۱۸ به صورت خصوصی در ارتباط با UAM به تصویب رسانده است که طبق آن، این نهاد (EASA) موظف است تمامی هماهنگی‌های قوانین در ارتباط با پرواز پهپادها در هر اندازه ای، خواه دارای مسافر یا فقط حمل بار و همچنین متناسب با هر بخش اروپا را تنظیم و تصویب کند. در ۱۵ اکتبر سال ۲۰۱۸ این نهاد یک مجمع عمومی برای طرح و بحث در ارتباط با Airworthiness در راستای پرنده‌های عمود پرواز یا همان V-TOL باز کرده است. هدف این نهاد از انجام این کار رسیدن به ترکیبی اولیه از آیین نامه‌ها و چارچوب‌ها برای پرواز این پرندهاست. همچنین در دوم جولای سال ۲۰۱۹ چهارچوبی کلی برای پرواز این قبیل پرنده‌ها در کلاس V-TOL ارائه گردید.

• US-The FAA

شخصیتی حقوقی در ایالات متحده که بر روی ایمنی و کارآمدی هوانوردی در این کشور تمرکز کرده است . این نهاد مجموعه قوانینی تحت عنوان UTM در ارتباط با پرنده‌های بدون کنترل انسان به صورت عام معرفی کرده است که البته با پژوهش ما تفاوت‌هایی دارد، اما به نوعی این بخش از قوانین مکمل قوانین دیگری تحت عنوان ATM یا همان مدیریت ترافیک هوایی است. در مبحث UTM همانطور که قبلا اشاره شد یک نقطه شروع و پایان مشخص و یک مرکز کنترل متمرکز وجود ندارد و به صورت کلی اشاره شده است که پهپاد ها در چه مکان‌هایی امکان فعالیت دارند تا شرایط تحت کنترل و ایمنی رعایت شود. اما همین بستر نیز امکان ارتباط بین اپراتورهای پرنده و FAA را تحت یک رابط کاربری یا Interface را می‌دهد تا به صورت بر خط پرواز UAV ها تحت کنترل باشد. هرچند باز هم شرایط به صورت کامل خودکار نیست و نیاز به حضور نیروی انسانی است. تا به امروز FAA , NASA و صنعت در حال همکاری با یکدیگر بوده اند تا سیستم UTM را با توسعه همراه کنند و همچنین به پرنده‌ها اجازه پرواز در ارتفاع کم در محدوده دید بصری و ورای دید بصری را بدهند. در این زمینه تمرکز بر روی پروازهای ارتفاع پایینی است که افراد بتوانند پرواز خود را اطلاع رسانی کرده و از طریق سیستم، توانایی گرفتن مجوز پرواز را داشته باشند. در این فرایند خلبان‌ها در فضایی مجزا و به دور از پرنده می‌توانند به هدایت تا ارتفاع زیر ۴۰۰ فوتی که در شعاعی خاص از اطراف فرودگاه است به پرواز بپردازند.

• World Wide-JARUS(JointAuthorities for Rulemaking on Unmanned Systems)

گروهی از تدوین کنندگان آیین نامه از سرتاسر جهان دور هم جمع شده‌اند تا یک راه حل جامع و کاربردی برای تدوین آیین‌نامه‌ای برای پرنده‌های بدون سرنشین (صرفا کنترلر حاضر در کابین) ارائه کنند. این آیین نامه ضوابط هواپیماهای باسرنشین را رعایت کرده و الزامات هواپیماهای بدون سرنشین را بر اساس آن تکامل بخشیده است. در مارس سال ۲۰۱۹ این نهاد رهنمودهایی در رابطه با ریسک عملیات‌های خاص تحت عنوان SORA ارائه نمود که در نسخه شماه ۲ آن به تدوین استانداردهایی در رابطه با عملیات‌های هوایی بدون سرنشین ارائه کرده است. در ادامه آمده است که هدف اصلی برای تهیه این استانداردها ارزیابی خطر هر عملیات پروازی به صورت جدا و ویژه است که طبق هر عملیات متفاوت یک سنجش ریسک انجام می‌شود و به درخواست ارائه مجوز برای پرواز تحت همان شرایط پاسخ داده می‌شود.

• ICAO(– International Civil Aviation Organization)

به عنوان نهادی که از سوی سازمان ملل مسئول هوانوردی غیر نظامی در سراسر جهان است، تمرکز خود را به صورت افزایشی بر روی راه‌های خلاقانه و جدیدی قرارداده است که می توانند صنعت هوانوردی غیرنظامی را متحول کنند. در یکی از آخرین نمایشگاه‌های نوآوری در هوانوردی که در تاریخ ۲۲ الی ۲۳ سپتامبر سال۲۰۱۹ انجام شده است، استارت‌آپ‌های فناور همانند EHANG, WING, LOON را هم ردیف بزرگانی همچون BOEING,BOMBARDEIR, THALES قرار گرفتند. این کمپانی‌های بزرگ نیز تمایل و اشتیاق زیادی در رابطه با این نوآوری‌ها از خود نشان داده‌اند.

۲) تکنولوژی و فناوری

محصول AAV (وسیله هوایی پرنده) ترکیبی از چندین تکنولوژی پیشرفته است که به نوعی این محصولات را بر لبه فناوری‌های حال حاضر قرار می دهد. فناوری‌هایی که در حوزه‌های هوانوردی، ایرودینامیک، مهندسی مواد، مهندسی مکانیک، مهندسی کامپیوتر و مهندسی نرم افزار قرار دارند و به عنوان الگوریتمی برای پرواز خودکار این پرنده‌ها تعریف شده است و همانند روح و مواد کامپوزیتی پیشرفته، به عنوان اسکلت در ساختار این پرنده ها به کار می‌رود. علاوه بر این با گسترش کاربرد سیستم‌های تحت پلتفرم UAM، در ارتباط با تکنولوژی پرنده و شبکه تحت پوشش آن باید به تحقیق و توسعه مدل‌های شبکه پرداخته شود تا ازین طریق هم بر روی خودپرنده تسلط بوجود بیاید و هم بر روی شبکه ایجاد شده و در حال گسترش که نیاز به یک مرکز متمرکز و واحد فرماندهی دارد مسلط شد.

۳) سرمایه

در مقایسه با مدل‌های سنتی حمل و نقل همانند خطوط هوایی، بزرگراه ها و راه آهن، پلتفرم UAM در طولانی مدت هزینه کمتری را برای اقتصاد تحمیل می‌کند. برای مثال یک پرنده EHANG 216 در حال حاضر در حدود ۳۰۰هزار دلار قیمت دارد. چیزی در حدود یک مرسدس بنز اس کلاس در بازار چین! همچنین هزینه ایجاد زیرساخت‌ها اعم از نقاط پایه برای این پرنده‌ها و این سیستم بسیار کمتر از هزینه کشیدن بزرگراه‌ها و خطوط راه آهن است.

حجم بازار پلتفرم UAM چقدر است؟

در این پژوهش سعی شده است تا پنج اصل کلی و مهم همواره مد نظر باشد و در حقیقت این نوشته بر این اساس بنا شده است.

۱) انعطاف پذیری: از آنجا که پلتفرم UAM به سرعت در حال پیشرفت است، لذا ARMD (Aeronautics Research Mission Directorate) به یک مدل دقیق و پویا نیاز دارد تا بتواند در صورت تغییر تکنولوژی تکامل یابد. در حقیقت این پژوهش یک کار ثابت و ایستا نیست که در طول زمان منسوخ شود بلکه با پیشرفت‌های صورت گرفته تکامل می‌یابد و تغییر می‌کند.

۲) چالش پذیری: این پژوهش به صورت کلی باید بتواند مواردی از قبیل محدودیت‌های تکنولوژی و البته مقرراتی را تحت نظر قرار داده و ارزیابی کند.

۳) غیر مغرضانه: برای اجتناب از یک پاسخ مغرضانه ارزیابی (بیشتر منظور ارزیابی ریسک در این پلتفرم نوپا است) باید مجموعه متنوعی از ذینفعان اعم از فروشندگان، سازندگان، تجهیزات اصلی (OEM) تامین کنندگان زیرساخت (همانند شبکه 5G) و ... را در نظر قرار دهد و یک پاسخ همه جانبه را ارائه کند.

٤) جامعیت: مجموعه کامل هزینه‌ها همانند اپراتور ها، ارایه دهندگان زیرساخت و ... باید مد نظر قرار گیرد.

۵) پشتیبانی از مصرف کننده: مدل‌های پلتفرم UAM با توجه به مفهوم جدید و تازه کار بودن، باید بتوانند نظر مشتری‌ها و کسب و کارها را جلب کنند. همچنین قیمت ممکن است یک مانع بزرگ برای پذیرش گسترده این سامانه باشد.

لازم به ذکر است که این تحلیل بر سه مورد از چالش برانگیزترین حوزه‌های کاربرد UAM متمرکز است:

کاربرد اول:

ارائه خدمت در چند کیلومتر آخر تحویل سریع بسته ها (کمتر از ۵ پوند) از مراکز توزیع محلی به یک جایگاه دریافت کننده اختصاص داده می شود. انجام این فرایند از قبل برنامه ریزی نشده است و به صورت لحظه‌ای و آنلاین دستورها از کاربر دریافت و فرایند تحویل انجام می‌شود.

کاربرد دوم : Air Metro

وسایل حمل و نقل عمومی شامل مترو، اتوبوس و ... با مسیرهای تعیین شده، با برنامه‌ریزی به جابجایی مسافر می‌پردازند. اما این پرنده‌ها می‌توانند به صورت خودکار بین نقاط پایه و ایستگاه ها به پرواز در آیند و بین ۲ تا ۵ نفر و به صورت متوسط ۳ نفر را در هر پرواز جابجا کنند.

کاربرد سوم : Air-Taxi

استفاده از تاکسی هوایی یک عملیات اشتراکی است (همانند بعضی از سرویس های اشتراک وسیله نقلیه. برای نمونه می‌توان به بیدود در شهر تهران اشاره کرد) این سفرها با استفاده از یک رابط همانند یک اپلیکیشن انجام می‌شود که کاربر با درخواست سفر به یکی از پدهایی که این پرنده ها حضور دارند رفته و به نقاطی که در طول شهر مشخص شده اند پرواز می‌کند. این اقدام نیز همانند متروی هوایی به صورت خودکار انجام می شود و می‌تواند بین ۲ تا ۵ نفر را جابجا کند. (در کاربردهای قبلی این پرنده‌ها به صورت روتین و در نقاط شلوغ رفت و آمد می‌کردند اما در این بخش با درخواست کاربر به پرواز در می آیند)

یافته های مطالعات :

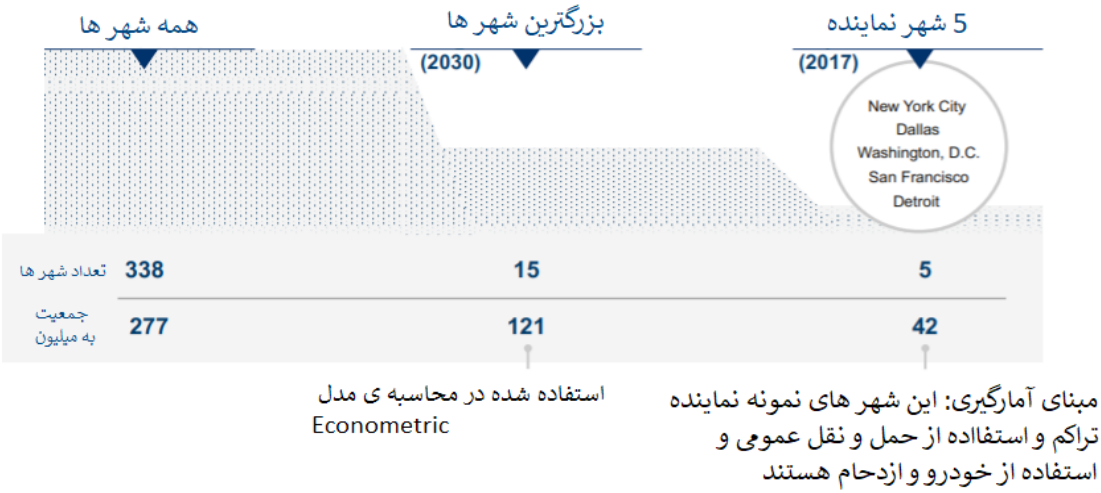
مطالعات نشان می دهد که تحویل بسته تحت عنوان کیلومتر آخر(حمل بسته از مکان های توزیع محصول تا درب خانه مشتری) و نیز متروی هوایی امکان عملیاتی شدن تا سال ۲۰۳۰ را دارد. احتمالا یک بازار بالقوه ولی محدود در مناطق متمرکز و با ارزش بالا (همانند مناطق تجاری بسیار مهم و یا منطق مسکونی بسیار ثروتمند) تا سال ۲۰۳۰ وجود دارد. برای عملی شدن و فراگیر شدن این پلتفرم نیاز است تا چالش‌های فنی، فیزیکی، عملیاتی، ادغام و ارتباط سامانه‌های مختلف با یکدیگر مورد بررسی قرار گیرد.

نیازهای بازار برای عملی شدن این پلتفرم :

- ایمنی و امنیت، اقتصادی بودن، مقررات، تقاضای حمل و نقل، بازارهای جایگزین (همانند تحویل خودکار و حمل و نقل)، اقبال و پذیرش عمومی.

- مدل های ارائه شده در این پژوهش پیرامون موضوع عرضه وتقاضا و نیز زمان مورد نیاز برای توسعه یک دیدگاه درباره امکان سنجی بازار بنا شده است.

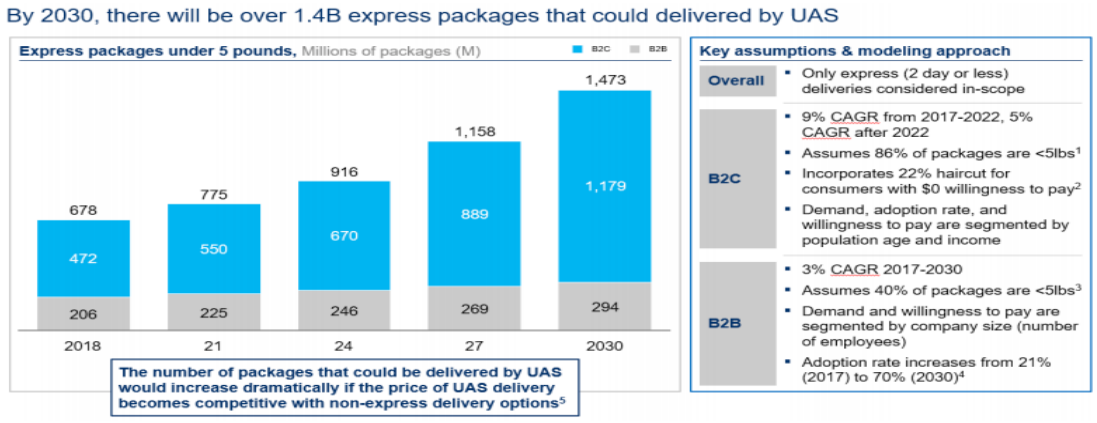
- نیاز بازار توسط بازار هدف و اقبال مصرف کنندگان به طرح و پرداخت هزینه و توانایی‌های تکنولوژی بنا شده است.
در ادامه به بررسی تقاضا در ۱۵ شهر بزرگ ایالات متحده و ۵ شهر دیگر می پردازیم.

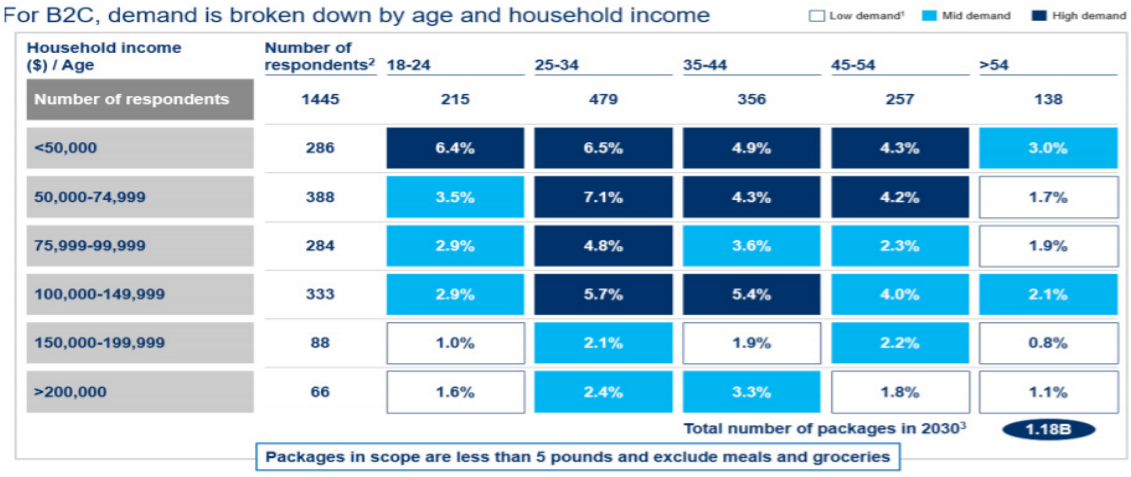


- بررسی اقبال و نرخ پذیرش بر روی ۲۵۰۰ مورد نظرسنجی به دست آمده است.
شهرهای مورد بررسی به دلیل توزیع آماری بهتر و ویژگی‌های بازار انتخاب شده اند (شهرهای نیویورک، دالاس، واشنگتن دی سی، سان فرانسیسکو و دیترویت). این بررسی دارای جامعه اماری با ابعاد بیش از ۲۵۰۰ مصرف کننده و بیش از ۲۰۰ هماهنگ کننده ترابری و پشتیبانی در تجارت می‌باشد که برای هر ویژگی جمعیتی فاکتورهایی نظیر سن و درآمد یک ضریب در نظر گرفته شده است تا این ویژگی‌ها براساس میزان اهمیت درجه بندی شود. از افرادی که در نظرسنجی شرکت کرده اند در مورد تعداد بسته‌های ارسالی، تعداد مسافرت‌های آنان، اقبال آنها برای پرداخت پول به ازای دریافت خدمات (همانند دریافت سفارش) به صورت آنی (زیر ۲۰ دقیقه) و جابجایی با سرعت زیاد (بین ۱۰ تا ۲۰ دقیقه) و علاقه آنها به پذیرش فناوری delivery، تحویل کالا و حمل و نقل خودکار سوالاتی پرسیده شد. پاسخ‌های ارائه شده از چندین منظر از جمله سن، در آمد و طول رفت و آمد بررسی شدند تا بهترین پاسخ به دست آید. مدل تحویل آخرین کیلومتر (در منابع دیگر ممکن است با نام آخرین مایل یا last time delivery شناخته می شود به دو بخش B2C (Business-to-Consumer) و B2B Business-to_Bussiness تقسیم شده است. میزان تمایل و اقبال به پرداخت با نرخ پذیرش، سن و در آمد مصرف کننده (B2C) و تعداد کارکنان(B2B) به زیر گروه‌های جدا تقسیم شدند. مدل‌های تاکسی هوایی و متروی هوایی به دو دسته مسافر با تعداد بالای سفر و مسافر

با تعداد پایین سفر تقسیم شدند. تمایل به پرداخت و پذیرش به پرداخت به متوسط زمان سفر و در آمد تقسیم شدند. تقسیمات این مدل (به عنوان مثال؛ تعداد افراد ۲۵ تا ۳٤ سال که در سال بین ۷۵ تا ۱۰۰ هزار دلار درآمد دارند) و تمایل آنها به پرداخت و نرخ پذیرش برای تعیین تقاضا برای مدل‌های اقتصاد سنجی مورد استفاده قرار گرفت.

نمایش تقاضا برای هر زیرگروه





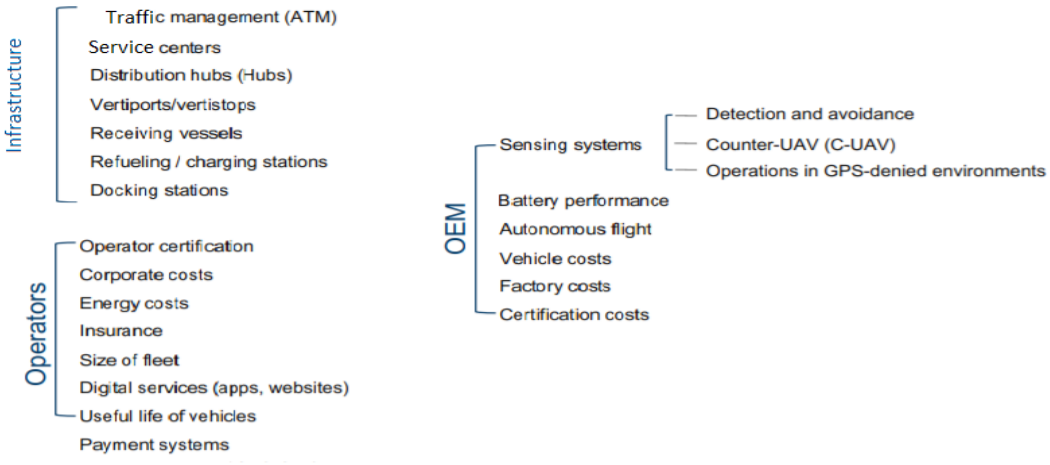
عرضه این پرنده ها تابعی است از شرایط تامین کنندگان زیر ساخت و ساختار هایی که هر اوپراتور برای هزینه های خود در نظر گرفته و همچنین وابسته به تصمیمOEM نیز هست.

ساختارهزینه برای تامین کنندگان زیرساخت چگونه است؟

ساختار هزینه برای اوپراتو ها و نیز تامین کنندگان سرویس چگونه است؟

ساختار هزینه برای OEM هاچگونه است

منحنی حساسیت حجم عرضه براساس هزینه های ذکر شده



- علاوه بر تقاضا و متغیرهای تامین که پیش تر بررسی شدند، مدل های Econometric چندین مورد مهم را مطرح می‌کنند؛

۱) استفاده از مفروضات خاص در مسئله

دریافت خدمات ترابری در کیلومتر آخر (یا مایل آخر) به صورتی مورد استفاده قرارگیرند که تبدیل به خدمات از درب به درب با متوسط زمان ۲۰ دقیقه شوند. استفاده از تاکسی هوایی از درب منزل تا جایی که مورد نیاز است برای سفرهایی که نهایتا ۱۰ دقیقه طول می‌کشد. در شرایطی که ما به طور متوسط برای هر سفر تاکسی هوایی یک مسافر و برای هر سفر متروی هوایی سه مسافر را در نظر می گیریم. (متروی هوایی همانطور که از نامش مشخص است همانند سرویس متروی کنونی است که دارای برنامه‌ای منظم است و طبق آن حرکت می‌کند حال آن که تاکسی هوایی بیشتر شبیه به گرفتن اسنپ است)

۲) فرض‌های مربوط به وسیله نقلیه

پرنده‌هایی که برای تحویل کالا انتخاب می شوند باید ماژولار باشند تا بتوانند علاوه بر تحویل انواع بسته‌ها، عمر مفید طولانی نیز داشته باشند. پرنده‌هایی که برای حمل و نقل به کار می روند نیاز است تا باتری‌های ماژولار داشته باشند. (برای تعویض سریع و افزایش سرعت شارژ و ظرفیت اجزای دیگر می توانند بسته به نوع کاربرد پرنده قابل تعویض یا غیر قابل تعویض باشند) پرنده‌هایی که برای تحویل کالا به کار می روند ۰٫۵ روز در هفته را به نگهداری و استراحت باید اختصاص دهند در حالی که این زمان برای پرنده‌های حمل نفر به ۱٫۵ روز در هفته افزایش می‌یابد (به دلیل حساسیت بیشتر) همچنین زمان اصلاح بیشتری نیز برای زمان عملیات هر بارگیری، تخلیه، تعویض باتری و شرایط آب و هوایی در نظر گرفته می شود.

۳) مفروضات فناوری، زیرساخت و آیین نامه‌ای

فناوری در زمینه‌های کلیدی همانند؛ مدیریت ترافیک هوایی بدون سرنشین ها (UTM)، سامانه‌های مربوط به تشخیص و پیشگیری (DAA) مدیریت صدا و نویز پرنده، انجام عملیات در محیط‌هایی که سیگنال GPS یا وجود ندارد یا بسیار ضعیف است و البته انجام خودکار عملیات و اتوماسیون سیستم با پیشرفت روبرو خواهد شد. (این موارد به عنوان فرضیه مطرح شده است) هزینه تکنولوژی‌های کلیدی همانند فناوری باتری، لایدار (LIDAR) و سامانه‌های ناوبری با کاهش چشمگیری همراه خواهند شد. بویژه بخش خصوصی و دولتی مشتاق هستند تا در زمینه تامین سرمایه و ایجاد زیرساخت‌های کلیدی همانند پدهای فرود و تیک آف و مناطق مرتبط با بارگیری (به صورت کلی نقاط پایه) به فعالیت بپردازد.

مقررات به جایی رسیده‌اند که اجازه عملیات به پلتفرم UAM را می‌دهند (به عنوان مثال استانداردهای Airworthiness برای هر پرنده تدوین شده است) و همچنین مقررات محلی نیز دست و پای این پلتفرم را نمی بندد. برای مثال هیچ یک از احکام محلی ساخت عناصر

مربوط به زیرساخت‌ها را محدود نمی‌کند(همانند ساخت نقاط پایه) فرایندهای صدور گواهی فناوری در حال پیشرفت را در نظر می‌گیرند. به نظر می رسد که پلتفرم UAM یک بازار تجاری پویا و روبه رشد در هر دو حوزه تحویل بسته و حمل و نقل هوایی (حمل نفر) باشد.

٤) تحویل بسته در کیلومتر آخر (مایل آخر)

تحویل در کیلومتر آخر یا همان Last Mile Delivery مربوط به حمل بسته‌های کالا از نقاط توزیع محلی (همانند یک انبار محلی کمپانی آمازون) به محل سفارش دهنده است. این بخش مولد یک بازار بالقوه بسیار سودآور تا سال ۲۰۳۰ می‌باشد و یکی از دلایلی که باعث افزایش قابل توجهUAS های تحویل کالا حتی در سال‌های قبل از سود دهی می باشد، علاقه و تمایل زیاد بازیگران تجارت الکترونیک (همانند آمازون) در این زمینه می‌باشد. این پرواز و جابجایی‌ها از قبل برنامه ریزی نشده‌اند و به صورت آنلاین و توسط کاربر انجام و مقدمات پرواز آماده می شود.

٥) متروی هوایی

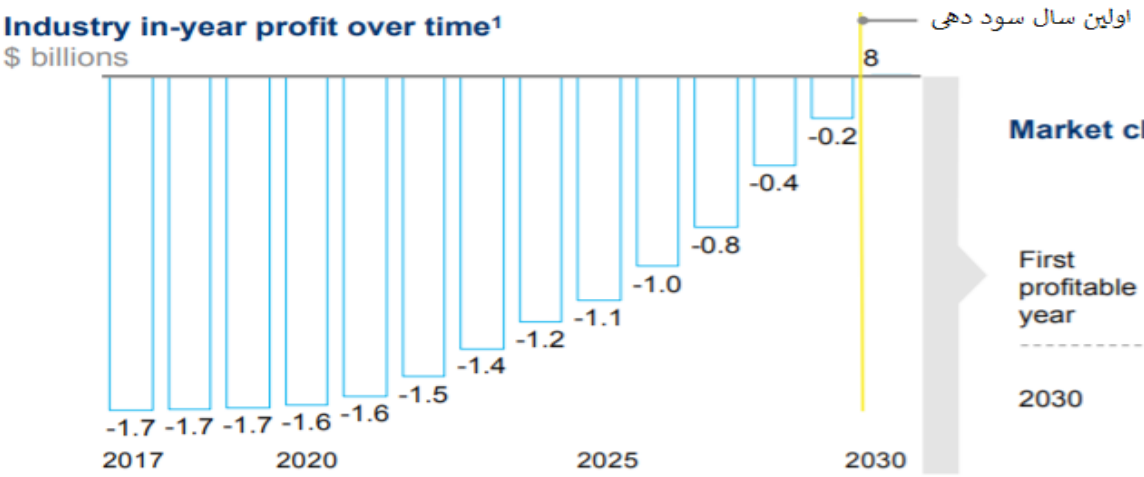
با فرض این موضوع که مقررات برای تطبیق این بازار در حال تدوین و اجرا هستند، این حوزه می‌تواند تا سال ۲۰۳۰ سود آور باشد. با پیش بینی سود آوری تا سال ۲۰۳۰ ورود کمپانی‌ها و شرکت‌های خدماتی می تواند به شکل وسیع‌تری صورت گیرد که این موضوع می تواند باعث رشد سریع تر این بازار شود و همانند یک کاتالیزور عمل کند. استفاده از سرویس متروی هوایی حتی با استفاده از یک خلبان و بدون هدایت خودکار (خلبان می‌تواند از راه دور نیز به هدایت پرنده بپردازد) می تواند یک سنگ محک بزرگ برای پلتفرم UAM باشد تا هر چه سریع تر رشد کرده و عملیات خود را در مقیاس بزرگ تری انجام دهد. مورد استفاده متروی هوایی همانند متروها و اتوبوس‌های کنونی است. مسیرهای از پیش تعیین شده و برنامه‌های منظم و البته توقف در مناطق با ترافیک و تجمع زیاد.

٦) تاکسی هوایی

در صورت سرمایه گذاری کلان در این حوزه می توانیم امیدوار باشیم که تا سال ۲۰۳۰ به یک بازار گسترده و البته در دسترس تاکسی هوایی برسیم. البته همانطور که قبلا اشاره شد، می توان تا پیش از فراگیری این بازار به صورت جهانی، انتظار رشد آن در مناطقی که دارای ارزش بسیار بالایی می باشند را شاهد باشیم. برای مثال منطقه بسیار گران قیمتی مانند منهتن در نیویورک و حومه آن که ممکن است پیش از سایر نقاط ایالات متحده به تاکسی هوایی مجهز شوند. با این که بعید است این تاکسی‌ها در سال ۲۰۳۰ در همه مناطق حاضر و فراگیر باشند و مهم تر از همه به سود دهی رسیده باشند، اما برخی از سناریوها مانند ایجاد یک شبکه محلی در نقاط گران قیمت همانند منهتن نیویورگ که به آن اشاره شد می‌تواند توجیه پذیر و سودآور باشد.

Use case attribute	Characteristics
Vehicle	Small UAS
Payload	5 pounds
Distance	Within ~10 miles roundtrip
Scheduling and routes	Deliveries are unscheduled and routes are determined as orders are received
Infrastructure	Receiving vessels, distribution hubs, docking/charging stations, UTM
Technology	Improvements in battery technology, autonomous flight technology, detect-and-avoid (e.g., LiDAR, camera vision), electric propulsion, GPS-denied technology
Potential regulatory requirements[1]	BVLOS (Beyond Visual Line of Sight), air worthiness, UTM, flight above people, altitude restrictions, operator certification, identification, environmental restrictions
Competing technology	Autonomous and human driven ground delivery services (e.g., FedEx, UPS, Amazon Prime), courier services, AGV lockers, droids

بازار پرنده های حمل کالا (کیلومتر آخر) تا سال 2030 به یک بازار پویا و سود آور تبدیل می شود (سال 2030 اولین سال سودآوری)



Market characteristics

	No. deliveries	No. vehicles	Price ($/delivery)
First profitable year	0.5B	40k	$4.20
2030	0.5B	40k	$4.20

بعد از سال 2030 این بازار به یک بازار بسیار سود آور تر تبدیل می شود زیرا که تعداد تحویل کالا بسیار رشد می کند .

مترو هوایی تا سال 2028 یک بازرا پویا و سود ده خواهد داشت

Market characteristics

	No. passenger trips	No. vehicles	Price ($/trip)
First profitable year	130M	4.1k	$50
2030	740M	23k	$30

Use case attribute	Characteristics
Vehicle	2- to -5-passenger autonomous (unpiloted) VTOLs[1]
Payload	~1,000 pounds
Distance	~10-70 miles per trip
Scheduling and routes	Routes are unscheduled and unplanned and are likely different each time
Infrastructure	Very large density of vertistops on or near buildings to create a "door-to-door" service; charging stations; service stations; UTM (unmanned traffic management)
Technology	Requires improved battery technology, autonomous flight, detect-and-avoid (e.g., LiDAR, camera vision), electric propulsion, and GPS-denied technology
Potential regulatory requirements[2]	Significant OEM requirements for air worthiness, BVLOS, UTM, flight above people, weight and altitude restrictions, operator certification, identification, environmental restrictions
Competing technology	Human-driven cars (personal vehicle, ride-hail/taxi, rideshare), driverless cars (personal vehicle, ride-hail, rideshare), commuter rail, subway, bus

هزینه های ایجاد نقاط پایه در همه ی سطح شهر ممکن است قیمت هر سفر را گران کند و در حقیقت باعث شود تا اقبال عمومی نسبت به این مدل کم شود . تا زمانی که تعداد این نقاط پایه زیاد شود .

Annual cost per vertistop ($k)	Max walk time to vertistop (min)[1], based on distance between vertistops (miles) — Air taxi cost per trip ($/trip)				
	2.5 min (0.3 mi)	6 mins (0.7 mi)	8.5 mins (1 mi)	13 mins (1.5 mi)	17 mins (2 mi)
10k	$150	$101	$95	$92	$91
50k	$393	$145	$117	$102	$96
100k	$697	$201	$144	$114	$103
300k	**$1,912**	$424	$254	$162	$131
500k	$3,126	$647	$363	$211	$158

Best cost estimate

"Ubiquitous" vertiport assumption

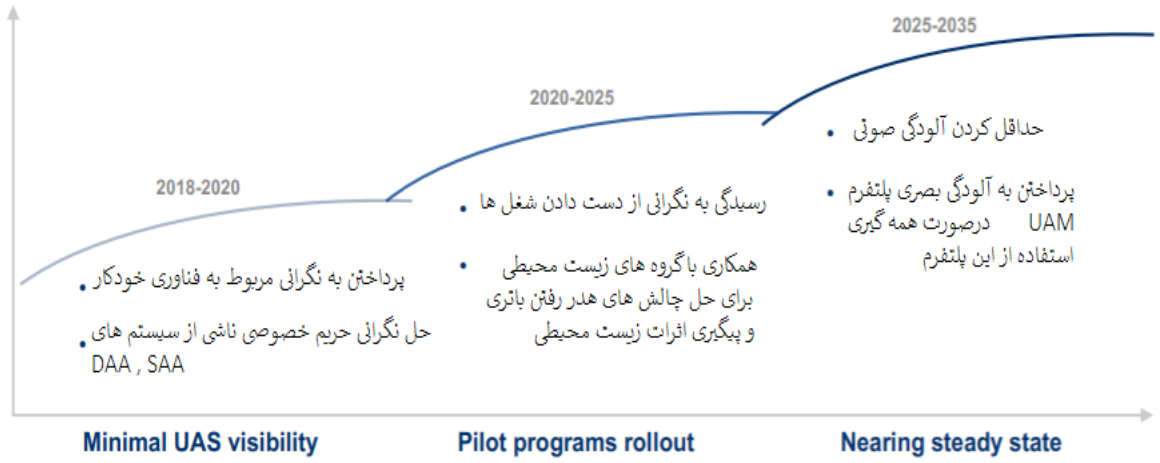
The primary barriers to the air taxi model with ubiquitous vertistops:

- Infrastructure required is dense to accommodate truly "door-to-door" on-demand service
- The model assumes one passenger per trip, whereas there are three passengers per trip in the metro case

پذیرش و مقبولیت عمومی

طی یک نظرسنجی، بیش از ۲۵ درصد از مصرف کنندکان گزارش داده اند که با فن آوری‌های هوایی بدون سرنشین موافق هستند. همچنین به طور تقریبی ۲۵ درصد از مصرف کنندگان نیز گفته اند که در صورت مقبولیت استفاده از پرنده‌های بدون سرنشین، از این پرنده‌ها استفاده می‌کنند. این بدین معنا است که به طور بالقوه نیمی از مصرف کنندگان از این خدمات در آینده استفاده خواهند کرد. در تمام موارد استفاده از حمل و نقل‌های هوایی بدون سرنشین، مصرف‌کنندگان ۵ نگرانی عمده و اصلی دارند که شامل ایمنی، حریم خصوصی، امنیت شغلی، تهدیدات زیست محیطی و اختلال‌های دیداری و شنیداری (همانند صدای نویز پره ها) می‌شود. در مورد ارسال بسته‌ها (بسته هایی شامل موبایل و یا لپ تاپ) مصرف کنندگان نگرانی‌های بخصوصی مانند خرابی پرنده و آسیب احتمالی به محموله، سرقت بسته‌های ارسالی و تجاوز به حریم خصوصی با استفاده از دوربین های پرنده را دارند. در خصوص حمل انسان نیز نگرانی‌های مهمی همچون، امنیت مسافران و افراد پیاده که در پیرامون پرنده هستند و همچنین هزینه سفر با این پرنده‌ها وجود دارد.

با همه این تفاسیر باز هم مصرف کنندگان سوابق ایمنی ثبت شده توسط پرنده را بیش از سایر مسائل تحت نظر قرار می دهند و این مسئله بر آرامش و امنیت آنها در هنگام استفاده از این وسایل تاثیر بسیار زیادی می گذارد.



طبق گفته ی Frost & Sullivan در آمد کل صنعت UAV (در تمامی شکل ها) تا سال ۲۰۲۳ به ۱۰۳٫۷ میلیارد دلار در سال می رسد این در حالی است که این مقدار در سال ۲۰۱۹ برابر با ۳٫۷ میلیارد دلار است .

Mitigation strategy	Description
1 توسعه تکنولوژی R&D	• سرمایه گذاری در فناوری های کلیدی • تمرکز بر کاهش نویز و سیستم های ایمنی • ایجاد استاندارد های ایمنی برای مثال همکاری با FAA
2 پیامرسانی یکپارچه	• استفاده از مشارکان در پلتفرم برای اعمال فشاربرای هماهنگی کمپین پیام رسانی به سهامداران • توجه به نگرانی ای عمومی و تاکید بر مزایا
3 تعامل فعال با اقشار نگران	• شناسایی گروه های مقاوم در برابر پلتفرم • برگزاری فروم ها و ایجاد جلساتی از دو طرف برای پرداختن به نگرانی ها

برنامه های آزمایشی ممکن است مورد ایمنی را ثابت و نگرانی ها را کاهش دهد

نمایش های گسترده می تواند راهی برای هم دولت و هم صنعت باشد تا چشم انداز فناوری های جدید را آزمایش کنند

قبل از اجرای آزمایشی ذینفعان باید به فکر پیامرسانی یکپارچه ای باشند تا بتواند نگرانی های مردم را از قبل پاسخ دهد

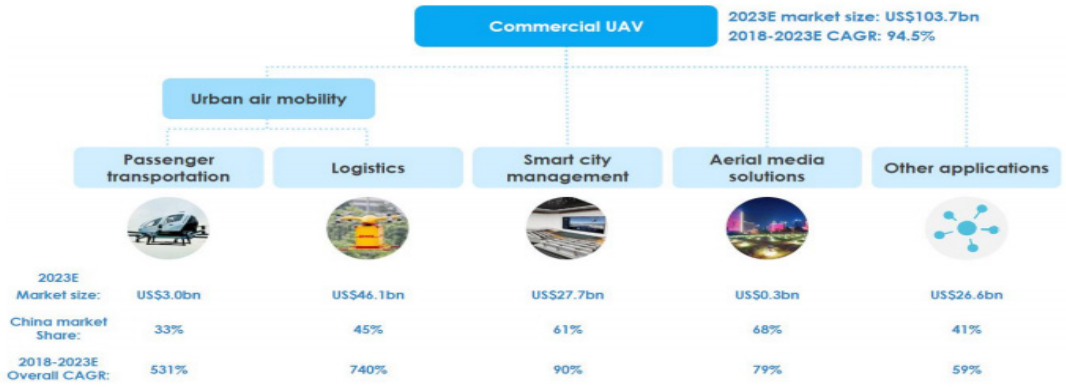
با درگیر شدن گروه های فعال و گروه های ذی نفع اولیه برنامه های آزمایشی فرصت دریافت و رسیدگی بازخورد هارا خوهند داشت

Comparison of AAVs vs Luxury Cars and Low-End Helicopters

	EH216	Mercedes S600	BMW 760	Tesla Model X	Robinson R22
Vehicle cost (RMB)	2,000,000	2,200,000	2,000,000	890,000	2,450,000
Road cost (Mn RMB/km)	-	60-100	60-100	60-100	-
Airport construction (Mn RMB)	30	-	-	-	80
Driver/Pilot (RMB/year)	-	100,000	100,000	100,000	525,000
Maintenance cost	Low	Medium	Medium	Low	High
Emission	-	6L	6L	-	5.24L

Source: EHang Research

Moreover, operating costs of UAM will be significantly lower due to lower staffing needs, lower maintenance costs and lower energy / fuel costs.



Source: Frost & Sullivan

همانطور که اشاره شد، اخیرا موسسه مورگان استنلی در تحقیقی پیش بینی کرده است که این صنعت تا سال ۲۰۴۰ به گردش مالی با رقم باورنکردنی ۱٫۵ هزار میلیارد دلاری در سال خواهد رسید. این پیش بینی‌ها بسیار محتاطانه بیان شده اند حال آنکه طبق بعضی از پیش‌بینی‌ها که توسط شرکت‌های دست اندر کار این پلتفرم بیان شده است این انفجار بازار در سال‌های نزدیک‌تر نیز امکان پذیر است.

Morgan Stanley | RESEARCH

BLUEPAPER

December 2, 2018 10:00 PM GMT

Urban Air Mobility

Flying Cars: Investment Implications of Autonomous Urban Air Mobility

If you're bullish on autonomous cars, it's time to start looking at autonomous aircraft. To make this complex topic accessible, we collaborated across sectors and regions, using scenario analysis to size the addressable market – ~ $1.5tn in our base case by 2040. Logistics is leading the way.

alphawise

بازیگران اصلی چه کسانی هستند؟

دولت‌ها و سازمان‌ها

سازمان‌های نظامی، تنظیم کننده‌های هواپیمایی کشوری (CAAC , EASA , FAA و...) و همچنین نهادهای محلی همانند پلیس، نیروهای امنیتی و همچنین افراد موثر در حمل و نقل عمومی.

نهادهای مرتبط با UAM

برای ترویج، ساخت و به کارگیری سیستم‌های تحت پلتفرم UAM در سطح جهانی نیاز به نهادهای تنظیم گری است که دارای مقبولیت جهانی باشند و ارتباطات بین اجزای این شبکه را تضمین کنند. نهادهایی همانند UAMS , IATA و یا JARUS به تنظیم و تعیین استانداردها در صنعت تولید پرنده ها و همچنین ارتباط بین ذی‌نفعان می‌پردازند.

شرکای شبکه

نهادهای دولتی یا تجاری ممکن است برای ساخت UAM منطقه‌ای سرمایه گذاری کنند. (مردم عادی، شرکت های مختلف اعم از حمل و نقل کالا، پست و...) این شبکه به قدری بزرگ طراحی شده است که با اتصال به هم تبدیل به یک شبکه ملی می‌شوند و یا حتی پا را فراتر گذاشته و شبکه‌ای جهانی تشکیل می‌دهند. تصمیم گیران این شبکه‌های گسترده با ترکیب اجزاء خود می توانند از سود حاصل از به اشتراک گذاشتن مسافران و شبکه‌های درخواست کننده استفاده کنند و بازار را گسترش دهند.

تولیدکنندگان پرنده‌های UAM

علاوه بر EHANG که اولین AAV تجاری دنیا را به پرواز در آورده است، شرکت‌های دیگری نیز هستند که چنین ادعایی دارند. صنعت UAM نیز باید همانند صنعت موبایل شفاف‌تر باشد و استانداردهای مشترکی را تدوین کند تا تولید کننده‌ها با رعایت آن بتوانند از پلتفرم‌های موجود استفاده کنند و دیگر نیاز نباشد برای هر پرنده یک پد فرود و یا یک نقطه پایه متفاوت طراحی شود.(برای مثال در صنعت موبایل دیگر خبری از شارژرهای متفاوتِ قدیمی نیست و تنها دو در گاه شناخته شده است؛ لایتنینگ و USB-typeC)

مدل‌های تجاری سازی :

بر اساس مدل تجاری شرکت ایهانگ، تخمین هزینه هر یک از واحدها به ازای هر صندلی در کیلومتر (Seat-Kilometer) در حدود ۱٫۵ تا ۱٫۸ دلار می‌باشد (هزینه هر صندلی در یک کیلومتر مسیر تخمین زده می‌شود) که فقط اندکی از هزینه یک تاکسی در نیویورک گران‌تر می‌شود که آن هم در مسافت طولانی جبران می‌شود. (کرایه اولیه تاکسی ۲٫۵ دلار و برای هر کیلومتر منصفانه بیشتر ۱٫۵٦ دلار) که باز هم مقایسه یک مسیر مستقیم سریع در آسمان با یک مسیر زیگزاگی بر روی زمین کفه ترازو را به نفع UAM سنگین‌تر می‌کند. بنابراین باور بر این است که AAV ها باید مزیت‌های بسیار خود را در یک رقابت ثابت کنند و همچنین دوره بازگشت سرمایه کمتر از دو سال نیز داشته باشند. (بر اساس مدل تجاری سازی شرکت ایهانگ)

مدل تجاری شرکت ایهانگ براساس تخمین‌های این شرکت:

- Capacity: 1-2 seats for passengers with no pilot needed
- Load factor: 90% or above
- Vehicle cost: US$300,000
- Battery life: 500 cycle life
- Depreciation period: 10 years
- Electricity cost: $0.2 per kWh electricity cost
- Operating hours: 20 hours per day, 6,000 hours per year
- Unit fare: US$2.5 per passenger-kilometer

بر اساس این مدل و تخمین‌ها، پرنده ایهانگ ۲۱۶ (دو نفره) می تواند در سال در آمدی در حدود۳۵۲،۱۷٤ دلاری داشته باشد. پس از کسر هزینه‌های عملیاتی که قریب به ٦۰ درصد آن مربوط به باتری است سود عملیاتی ۱۳۸ هزار دلاری به دست می‌آید و حاشیه سود ۳۹ درصدی را تضمین می‌کند. طبق گفته شرکت، این مدل تجاری بسیار محافظه کارانه است، زیرا بهره‌وری که در اثر تولید انبوه و تکامل این پلتفرم و کاهش هزینه‌هایی که در پی آن به وجود می‌آید را لحاظ نمی کند. به عنوان مثال با پیشرفت تکنولوژی باتری، علاوه بر تهیه باتری سبک‌تر که از وزن پرنده می‌کاهد، قیمت باتری نیز کاهش یافته و کیفیت آن نیز افزایش می‌یابد که از آن هزینه عملیاتی سالیانه ٦۰ درصدی که مربوط به باتری است بسیار می کاهد.

آنالیز حساسیت

• باتری‌ها : از آنجا که باتری‌ها به تنهایی بیشترین هزینه و البته وزن را در AAV ها به خود اختصاص می‌دهند، یک تجزیه تحلیل انجام شده نشان می‌دهد که هر یک درصد کاهش هزینه در بخش باتری دو درصد به میزان بازده عملکردی می‌افزاید.

• قیمت گذاری: تاثیر قیمت گذاری محصول به دلیل بازار کم رقابت (حال حاضر) بسیار زیاد است لذا هر یک درصد افزایش هزینه اولیه و به اصطلاح کرایه باعث افزایش سه درصدی سود می‌شود.

فصل سوم

مفاهیم و کاربردها

با اختراع ماشین، چهره جهان در قرن بیستم و همچنین کیفیت زندگی مردم تغییر اساسی پیدا کرده است. علاوه بر این میلیاردها دلار برای ایجاد زیر ساخت‌های مورد نیاز این وسایل اعم از جاده، پل و ... هزینه شده است. با افزایش جمعیت، حمل و نقل نیز چالش برانگیز تر شده است. در واقع یکی از بزرگترین معضلات کنونی کشورها حمل و نقل است. اما به نظر می رسد برای حل این چالش، راه حلی نیز وجود دارد که همین کار پژوهشی است. بسیاری بر این باورند که پلتفرم UAM همان تاثیری را بر زندگی بشر در قرن بیست و یکم می‌گذارد که ماشین‌ها در قرن بیستم گذاشتند.

پلتفرم UAM چگونه زندگی مردم را تغییر می دهد ؟

• حمل و نقل ایمن : وجود چند منبع برای تامین نیرو (همانند تعداد زیاد روتور و ملخ در پرنده‌ها) و همچنین وجود مرکز فرماندهی و کنترل متمرکز باعث کاهش خطاهای انسانی و تصادفات می‌شود.

• حمل و نقل هوشمند: خدمات خودکار برای تنظیم سفرها و همچنین وجود مسیرهای از پیش تعیین شده باعث افزایش سهولت و حس اطمینان می‌شود. به علاوه وجود حمل و نقل هوشمند به عنوان یکی از کلیدی‌ترین فاکتورها برای شهرهای هوشمند به حساب می آید. شهرهایی که در آن حمل و نقل نسبت به حال حاضر بسیار سریع تر، راحت تر و مقرون به صرفه تر است.

• کار آمدی: امروزه زمان ارزشمندترین ثروت انسان هاست، از این جهت مقدار زمان صرفه جویی شده در این پلتفرم غیر قابل قیمت گذاری است. اما این کار آمدی فقط مربوط به سرعت زیادتر این پرنده‌ها نسبت به ماشین ها نیست بلکه با استفاده از مسیرهای مستقیم و میان بر و همچنین دوری از ترافیک، باز هم کفه ترازو به سمت این پلتفرم سنگین می شود. همچنین استفاده از پلتفرم اشتراکی این پرنده‌ها باعث کاهش هزینه‌ها و همچنین حل شدن مشکل جای پارک می‌شود.

• تحرک پذیری و دسترسی بیشتر: به لطف این فناوری، مردم می توانند به نقاط صعب العبوری که زیرساخت‌های مناسبی ندارند دسترسی داشته باشند. مکان‌هایی مانند جزیره‌ها، کوه‌ها، باتلاق‌ها و .... همچنین آسیب به طبیعت را به شکل قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد. آسیبی که در اثر تامین زیرساخت‌ها برای حمل و نقل کنونی همانند جاده‌ها نیاز است.

• مکان‌های زندگی پراکنده از هم: بهبود قابلیت تحرک پذیری به این معنا است که مردم می‌توانند در مکان‌هایی دور از هم و حتی در خارج از شهر زندگی کنند و دیگر نیازی به حضور در شهرها برای تامین مایحتاج وجود ندارد. با توجه به هزینه‌های زندگی در شهرهای بزرگ بسیار عاقلانه است.

• پایداری محیطی: با استفاده از رانشگرهای بدون کربن، می‌توان امید داشت که محیط زندگی بشر دوباره پاک شده و از آلودگی‌ها کاسته شود.

پلتفرم UAM چگونه بر روی شیوه‌های حمل و نقل کنونی تاثیر می‌گذارد؟

• خطوط هوایی

همانطور که اشاره شد پلتفرم UAM در ارتباط با۵۰ کیلومتر آخر مزیت بسیار مناسبی ایجاد می‌کند. در حقیقت این پلتفرم می‌تواند فرد را به آخرین نقطه که مد نظر است برساند. (برخلاف هواپیما که مسافر را تا فرودگاه می‌رساند و به طور متوسط ۵۰ کیلومتر با محل اسکان نهایی فرد فاصله دارد) به همین دلیل بسیار منطقی است که خطوط هوایی با این پلتفرم همکاری کرده و از مزیت‌های یکدیگر استفاده کنند. با توجه به این که در سال ۲۰۱۸ در دو بازار بزرگ سفرهای هوایی یعنی چین و آمریکا به ترتیب ۶۱۲ و ۸۹۳ میلیون مسافرت هوایی

انجام شده است که اگر فقط ۱۰ درصد از این تعداد از سیستم UAM برای ۵۰ کیلومتر آخر استفاده کنند این یعنی در مجموع ۱۵۰ میلیون مسافر از این سیستم استفاده می‌کنند که رقم بسیار بزرگی است.

• خطوط ریلی سریع السیر (HSR)

همانند خطوط هوایی، کاربران و سرمایه گذاران در HSR نیز می‌توانند UAM را به عنوان یکی از راه‌های انتقال مسافر از ایستگاه‌های اصلی به مقصد افراد در نظر بگیرند. همچنین در سال ۲۰۱۸ فقط در چین خطوط HSR ۲ میلیارد نفر را جابجا کرده اند که اگر فقط ۵ درصد از این تعداد برای جابجایی از ایستگاه، از پلتفرم UAM استفاده کنند در حقیقت ۱۰۰ میلیون نفر کاربر را شامل می‌شود.

• بزرگراه ها

پلتفرم UAM به عنوان رقیبی برای ماشین‌ها، می‌تواند شکل شهرها را به طور کامل تغییر دهد و حتی به حذف کامل ماشین‌ها منجر شود. لازم است یادآوری کنیم که هزینه ساخت و نگهداری زیرساخت‌های لازم برای خودروها بسیار بالاست تا جایی که این هزینه‌ها باعث بصرفه نبودن زندگی در شهرهای بزرگی همچون لندن، لس آنجلس، نیویورک، توکیو و هنگ کنگ شده و همچنین مانع گسترش این شهرها شده است. تحقیقات نشان می‌دهد که تعداد خودروهای سدان چین در سال ۲۰۱۸ برابر با ۲۰۵٫٦ میلیون بوده است که این تعداد شامل ۱٫٤ میلیون تاکسی است که ۳٦ میلیارد مسافرت را در این سال انجام داده اند. این تعداد تاکسی و مسافرت، یک بازار بسیار وسیع برای پلتفرم UAM است.

• خطوط دریایی

پلتفرم UAM یکی از بزرگترین مزیت‌های خودش را در مکان‌های دور افتاده تر نشان می‌دهد. برای مثال برای ارتباط جزایر با شهرها و یا حتی سکوها می توان از این پلتفرم استفاده کرد.

فصل چهارم

کاربردهای کلیدی

کاربرد UAM را نباید به استفاده‌های شهری و حمل و نقل محدود کرد. هزاران کاربرد مختلف در شهر و خارج از شهر وجود دارند که توسط هلی‌کوپترها انجام می شود. به گفته ی Asian sky در سال ۲۰۱۹, ٤۲٦٥ هلی‌کوپتر درآسیا و اقیانوسیه در حال پرواز هستند که ٤٫٦ درصد رشد را نسبت به سال قبل یعنی ۲۰۱۸ نشان می‌دهد. هزینه جایگزینی این تعداد برابر با ۳۰٫۹ میلیارد دلار است. با این حجم از سرمایه می‌توان ۱۰۳ هزار پرنده ایهانگ با قیمت تقریبی ۳۰۰ هزار دلار را جایگزین کرد.

کاربرد UAM را نباید به استفاده‌های شهری و حمل و نقل محدود کرد. هزاران کاربرد مختلف در شهر و خارج از شهر وجود دارند که توسط هلی‌کوپترها انجام می شود. به گفته ی Asian sky در سال ۲۰۱۹, ٤۲٦٥ هلی‌کوپتر درآسیا و اقیانوسیه در حال پرواز هستند که ٤٫٦ درصد رشد را نسبت به سال قبل یعنی ۲۰۱۸ نشان می‌دهد. هزینه جایگزینی این تعداد برابر با ۳۰٫۹ میلیارد دلار است. با این حجم از سرمایه می‌توان ۱۰۳ هزار پرنده ایهانگ با قیمت تقریبی ۳۰۰ هزار دلار را جایگزین کرد. این پرنده‌ها می توانند در فعالیت‌هایی همچون جنگلبانی، آتش نشانی، نقشه برداری و ... جایگزین هلی‌کوپترها شوند.

Mission	Fleet Size (Units) / Market Share	Replacement Cost ($M) / Market Share
MULTI-MISSION[2]	2,248 (53%)	11,950 (39%)
CORPORATE	377 (9%)	2,228 (7%)
OFFSHORE	343 (8%)	5,971 (19%)
SAR	311 (7%)	3,903 (13%)
LAW ENFORCEMENT	307 (7%)	2,512 (8%)
EMS	267 (6%)	2,323 (8%)
CHARTER	266 (6%)	1,439 (5%)
PRIVATE	87 (2%)	374 (1%)
TRAINING	59 (1%)	199 (1%)
TOTAL	4,265	$30,899

Note (1): "Replacement Cost" figures are based on the assumption that existing helicopters are replaced by the latest versions of their particular OEM variant and at 2018 list prices.

کاربردهای فعلی پهپادها بسیار محدود هستند، به دلایل زیر:

۱) پهپادهای فعلی وزن بسیار کمی را می توانند حمل کنند (۲ تا ۱۰) کیلوگرم

۲) سایزهای کوچک، عمدتا پرنده های فعلی برای سرگرمی و همچنین به عنوان دوربین هوایی طراحی شده اند.

۳) نبود مرکز کنترل و فرماندهی متمرکز

* تعدادی از زمینه‌هایی که در حال حاضر تحت سلطه هلی کوپتر ها هستند و می‌توانند بستری مهم برای پلتفرم UAM باشند را با هم بررسی می‌کنیم:

گردشگری و تفریح

UAMها می توانند خدمات گردشگری را در مکان‌های از پیش تعیین شده برای گردشگران فراهم کنند. این پلتفرم به مسافران این امکان را می‌دهد که به مکان‌هایی دسترسی پیدا کنند که تا قبل از آن امکانش وجود نداشته و یا بسیار سخت بوده است. مکان‌هایی همانند دره‌های عمیق، قله کوه ها، جنگل های پهناور، جزایر بیابانی، آبشارها و....

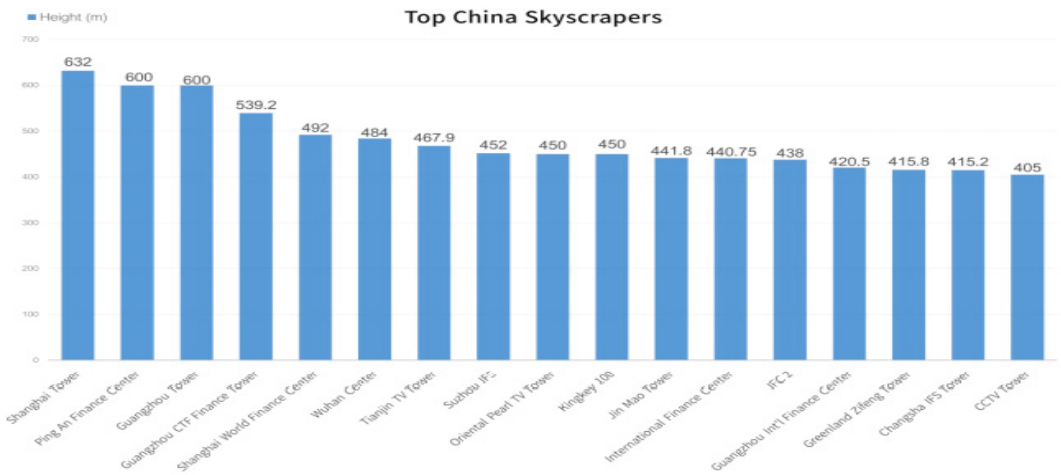
ماهیت سریع خدمات پزشکی، UAM را به یک راه حل ایده آل تبدیل می‌کند. به خصوص هنگامی که با ترافیک مواجه هستیم.

• امداد و اورژانس

چین در حال حاضر به طور تقریبی ۱۱۰ هزار آمبولانس و ۳۶۵ مرکز فوریت‌های پزشکی (مراکز تماس برای درخواست امداد) دارد که عمدتا در شهرها واقع شده اند. با توجه به جمعیت بسیار بالای چین، این مقدار برابر است با ۱۲۷ آمبولانس به ازای هر ۱۱۰ هزار نفر، همچنین ۴۰ درصد از جمعیت چین نیز در مناطق روستایی و به دور از شهرها (حدود ۵۸۰ میلیون نفر) زندگی می‌کنند که سطح امدادرسانی در این نقاط بسیار محدود است. با توجه به این که این جمعیت روستایی بسیار پراکنده هستند و در مناطقی صعب العبور همانند کوه‌ها زندگی می‌کنند، هزینه ایجاد زیر ساخت بسیار بالا است و همچنین بسیار زمانبر است. در همین نقطه است که UAM مزیت‌های کلیدی خودش را بروز می‌دهد. این پرنده امکان پرواز به مناطق صعب العبور با سرعت بسیار سریعتر از آمبولانس‌های عادی را دارد. حتی برای دیگر بازارها که دارای جمعیت حاشیه نشین زیادی هستند و نیز زیرساخت‌های چندان توسعه یافته‌ای ندارند، UAM می‌تواند یک راه حل مقرون به صرفه و منطقی باشد. مناطقی همانند جنوب آسیا و بیشتر مناطق آفریقا.

آتش نشانی

در سال‌های اخیر آسمان خراش‌ها به صورت قارچ گونه‌ای رشد کرده اند . برای مثال در سال ۲۰۱۹ بیشترین تعداد آسمان خراش ها در چین ساخته شده است. ۱۵ ساختمان بلند چین تماما بالای ۴۰۰ متر ارتفاع دارند که در میان ۲۶ ساختمان بلند دنیا قرار می‌گیرند.



لذا آتش در این ساختمان‌ها می‌تواند برای نیروهای آتش نشانی فعلی یک کابوس باشد، زیرا محدودیت‌های وسایل اعم از نردبان به آنها اجازه رسیدن به ارتفاع بسیار بالا را نمی‌دهد. اینجاست که می توان یک AAV را با تغییراتی به یک وسیله اطفای حریق تبدیل کرد که هم می‌تواند جان افراد را در ارتفاع نجات دهد و هم به عنوان یک پمپ پرنده در آسمان به فعالیت بپردازد و آتش در طبقات فوقانی این تیپ ساختمان‌ها را خاموش کند. طبق بررسی‌ها در سال ۲۰۱۸، ۲۳۷ هزار فقره آتش سوزی در سراسر چین رخ داده است که منجر به ۱۴۰۷ مورد مرگ، ۷۹۸ مورد جراحت و نیز ۳،۶۷۵ میلیون دلار ضرر شده است. همچنین ۱۲،۷۳ میلیون نفر ساعت و نیز ۲،۱۹۳ میلیون ماشین ساعت در این عملیات‌ها حضور داشتند. به همین دلیل با همه توضیحات بالا در می یابیم که یک بازار بسیار خوب برای پلتفرم UAM موضوع آتش نشانی است.

فعالیت های صنعتی

خدمات UAM در حوزه صنعت بسیار گسترده است. به عنوان مثال در سکوهای دریایی، این پلتفرم می‌تواند جایگزینی مناسب برای انتقال مواد مورد نیاز این سکوها بین ساحل و سکو باشد.

Years	No. of new buildings
2003-2004	133
2005-2006	125
2007-2008	126
2009-2010	127
2011-2012	105
2013	83
2014	149
2015	137
2016	127
Total	**1112**

Source: EHang Research

Note:number of buildings >150 meters high

پلتفرم UAM می تواند با هزینه‌ای بسیار کمتر و بدون نیاز به حضور انسان و ایمنی بسیار بالاتر این عملیات را انجام دهد. در سال ۲۰۱۸ به طور تقریبی ۳٤۳ هلی‌کوپتر در آسیا و اقیانوسیه فقط برای همین موضوع (انتقال بین سکو و ساحل) در حال فعالیت هستند. هزینه جایگزینی این تعداد هلی کوپتر برابر با ۵٫۹۱ میلیارد دلار است. این مقدار برابر با ۲۰ هزار پرنده ایهانگ ۲۱٦ است که قیمتی در حدود ۳۰۰ هزار دلار دارد. به علاوه مزارع توربین بادی در دریاها در حال گسترش هستند و ظرف ۱۰ سال آینده تعداد این مزارع ۲۰ برابر می‌شود که به طبع آن نقل و انتقال تجهیزات و نیز بازرسی از این مزارع نیز لازم است که این موضوع باعث افزایش بازار پلتفرم UAM می شود.

فصل پنجم

توسعه اکوسیستم

UAM

توسعه دهنده شبکه باید موسسه‌ای تکنولوژی محور باشد که مسئولیت طراحی، ساخت و عملیات شبکه را بر عهده بگیرد. شبکه UAM شامل مرکز فرماندهی و کنترل نیز می شود. به دلایل امنیتی این مرکز نقش بسیار مهمی در این شبکه و در کل شهر ایفا می‌کند، زیرا باید سفارشات را از مشتری گرفته، پردازش کرده و جواب آنرا برای مشتری در زمانی بسیار کم ارسال کند.

فصل پنج : توسعه اکوسیستم UAM

برای توسعه یک اکوسیستم UAM نیاز به ابزار و امکانات مختلفی است. در ادامه به جدولی که به مقایسه بین این اکوسیستم و اکوسیستم‌های فعلی اعم از اتوبوس و تاکسی پرداخته است نگاهی می‌اندازیم.

	UAM	Taxi	Bus	Ridesharing
Autonomous	Yes	No	No	No
Speed (note)	130km/hour	60km/hour	40km/hour	60km/hour
Effective routes (note)	Very short	Long	Very long	Long
Dimensions	3D	2D	2D	2D
Predetermined routes	Yes	No	Yes	No
Cost	High	High	Low	Medium
Congestions	No	High	Medium	High
Online booking	Yes	Yes/No	No	Yes

Note: 1. The speed estimate is based on speed limit in urban areas;
2. Effective UAM routes are very short mainly due to the direct path enabled by air travel.

برای ساخت این اکوسیستم به موارد زیر نیاز است:

توسعه دهنده شبکه:

توسعه دهنده شبکه باید موسسه‌ای تکنولوژی محور باشد که مسئولیت طراحی، ساخت و عملیات شبکه را بر عهده بگیرد. شبکه UAM شامل مرکز فرماندهی و کنترل نیز می شود. به دلایل امنیتی این مرکز نقش بسیار مهمی در این شبکه و در کل شهر ایفا می‌کند، زیرا باید سفارشات را از مشتری گرفته، پردازش کرده و جواب آنرا برای مشتری در زمانی بسیار کم ارسال کند.

سازندگان وسیله پرنده:

این تولیدکنندگان باید پرنده‌هایی بسازند که با شبکه موجود هماهنگ باشد، لذا باید از استانداردهای واحدی پیروی کنند که هم ایمنی این وسایل تامین شود و هم این پرنده‌ها بتوانند در شبکه موجود به فعالیت بپردازند.

شریک شبکه:

شریک شبکه کسی است که تعدادی پرنده راخریداری کرده و مسئول یک بخش و منطقه‌ای خاص است. وی این پرنده‌ها را در اختیار شبکه می‌گذارد و مسئولیت کلیه موارد اعم از شارژ، تعمیر، نگهداری و ... بر عهده اوست. تعداد این پرنده ها بسته به توان مالی این افرد (چه حقیقی و چه حقوقی)متغیر است.

زیرساخت:

این قسمت به صورت عمده شامل نقاط پایه، مراکز تعمیر و نگهداری، پایانه‌های شارژ و پایانه‌های مسافربری می‌شود.

زنجیره تامین:

این بخش شامل تامین کنندگان موتورهای الکتریکی، سیستم‌های مدیریت باتری(BAM) اسپید کنترل‌ها، کنترل‌های پرواز، اویونیک، مواد کامپوزیت و... می‌شود. توسعه یک محصول نیازمند دسترسی مناسب به زنجیره تامینی پایدار و توسعه یافته است.

نهادهای نظارتی:

این نهادها عمدتا نهادهای رسمی یا دولتی هستند ,FAA,EASA,JARUS,CAAC در حالی که تایید مقررات، اولین قدم در توسعه اکوسیستم UAM است، با این حال ممکن است قانونگذاری برای این صنعت برای دولت ها چالش کم تری داشته باشد. موسسات تحقیقاتی و نهادهای دولتی باید همکاری نزدیک و پیوسته ای را برای وضع قوانین در مورد ایمنی، کنترل ترافیک، کنترل صدا، فضای قابل پرواز (airspace) و ... وضع کنند.

فصل ششم

مسیر پیش رو

ظهور پلتفرم UAM توجه دولت ها، شرکت‌ها، موسسات تحقیقاتی و سرمایه‌گذاران را در سرتاسر جهان به خود جلب کرده است. با ورود منابع کافی، این صنعت به زودی رونق بالایی می‌گیرد. با نگاه به آینده انتظار داریم که این صنعت با پیشرفت تکنولوژی به صورت مضاعفی تقویت شود.

فناوری باتری:

برآوردهای فعلی نشان می‌دهند که باتری به تنهایی بیش از ٦٠ درصد هزینه یک پرنده را تشکیل می‌دهد. طبق بررسی‌های انجام شده توسط ایهانگ، با یک درصد کاهش قیمت باتری، افزایش سه درصدی سود عملیاتی حاصل می‌شود. برای یک کاربر نیز با افزایش ١ درصدی عمر باتری، سود عملیاتی ٢ درصد رشد می‌کند. به علاوه، باتری به تنهایی حدود یک سوم وزن پرنده خالی را تشکیل می‌دهد. همچنین کاهش وزن باتری‌ها تاثیر به سزایی در بُرد این پرنده‌ها می‌گذارد. در انتها نیز از منظر تجاری سازی، کاهش زمان شارژ باتری‌ها منجر به افزایش کارایی می‌شود و در یک زمان واحد یک وسیله می‌تواند سفرهای بیشتری را انجام دهد.

مواد جدید:

همانند هواپیماهای موجود، پرنده‌های این پلتفرم نیز بسیار به وزن حساس هستند و وزن کم یک فاکتور کلیدی محسوب می‌شود. به همین دلیل مواد کامپوزیت برای هوانوردی بسیار ایده آل هستند زیرا استقامت بالا و وزن سبک را تواما دارند. بخش‌های کلیدی نیز همانند موتورهای الکتریکی وجود دارند که از فلز ساخته می‌شوند.

آیرودینامیک :

با وجود مزیت‌های بسیار e-VTOL ها (عمودپروازهای الکتریک) کمبود لیفت ذاتی به دلیل عدم وجود بال‌های ثابت باعث مصرف انرژی با کار آمدی پایین و میزان برد کمتر می‌شود. ترکیب طراحی e-VTOL و پرنده‌های بال ثابت ترکیبی ایده آل است. یک نمونه نزدیک به این ترکیب Bell-Boing V-22 Osprey است که از مزیت‌های دو طرح سود برده و مسافت و سرعت بیشتری نیز نسبت به هلی‌کوپترهای معمولی دارد.

شبکه 5G:

فراگیر شدن قریب الوقوع شبکه 5G باعث بهبود ارتباطات بین پرنده‌های UAM و مرکز کنترل فرماندهی می‌شود، بویژه اینکه این شبکه امکان انتقال تصویر با کیفیت در آن واحد، کنترل از راه دور و تعیین موقعیت دقیق چندین پرنده به صورت هم زمان را می‌دهد. همچنین می‌تواند حلقه ارتباطات را علاوه بر پرنده و مرکز کنترل بین خود پرنده ها نیز برقرار کند.

صدای تولیدی:

با اینکه صدای این تیپ پرنده‌ها نسبت به هلی‌کوپتر ها بسیار کمتر است، اما باز هم فضای زیادی برای بهبود وجود دارد. تنظیماتی که برای کاهش صدا وجود دارند (همانند طراحی پره ها) باید به دقت مورد مطالعه قرار گیرند تا صدای تولیدی از وضع کنونی نیز بسیار کمتر شود.

نتیجه‌گیری و آیین‌نامه‌ها

به عنوان یک راهکار جامع، پلتفرم UAM می تواند به معضلات ترافیک، آلودگی و تصادفات پایان دهد و همچنین یک موقعیت تجاری بسیار طلایی است که آینده بسیار روشنی برای آن می توان تصور کرد. دولت ها باید یک استراتژی هوشمندانه برای گسترش این پلتفرم در پیش گیرند تا بتوانند یک اکوسیستم کامل مبتنی بر مرکز فرماندهی بسازند. پلتفرم UAM در آینده باید ایمن، خودکار، موثر، دوستدار محیط زیست و بامدیریت متمرکز باشد تا توسط کاربران مورد استفاده قرار گیرد.

به عنوان یک راهکار جامع، پلتفرم UAMمی تواند به معضلات ترافیک، آلودگی و تصادفات پایان دهد و همچنین یک موقعیت تجاری بسیار طلایی است که آینده بسیار روشنی برای آن می توان تصور کرد. دولت ها باید یک استراتژی هوشمندانه برای گسترش این پلتفرم در پیش گیرند تا بتوانند یک اکوسیستم کامل مبتنی بر مرکز فرماندهی بسازند. پلتفرم UAM در آینده باید ایمن، خودکار، موثر، دوستدار محیط زیست و بامدیریت متمرکز باشد تا توسط کاربران مورد استفاده قرار گیرد. با پیشرفت‌های تکنولوژی و بهبود فرایندهای جدید ساخت، قیمت تمام شده این پلتفرم همانند یک تاکسی امروزی خواهد بود. لذا این شیوه جدید حمل و نقل در نهایت باعث حذف خودروها شده و بسیاری از مکان‌هایی که اکنون توسط جاده ها اشغال شده اند آزاد خواهد شد.

مروری بر آیین نامه‌ها و مقررات مرتبط با UAM

• متاسفانه امروزه آیین نامه‌ها به شکل گرفتن و اجرای پلتفرم UAM اجازه فعالیت نمی‌دهند.

• زمینه فعالیتی تحت عنوان کیلومتر آخر (مایل آخر) تا حد بسیار زیادی محدود (ممنوع) است و فقط در دو مورد فرماندهان ارتش و Waiver ها اجازه فعالیت دارند.

• فعالیت‌هایی از قبیل متروی هوایی و تاکسی هوایی نیز فقط از طریق بالگردهای با سرنشین (با خلبان) امکان پذیر است.

• لازم به ذکر است که طرحی تحت عنوان DOT به عنوان یک طرح آزمایشی (پایلوت) باعث توسعه فرصت‌ها در حوزه آخرین کیلومتر (آخرین مایل) خواهد شد.

• در زمینه تحویل کالا یا همان کیلومتر آخر (مایل آخر)، متروی هوایی و تاکسی هوایی، مجموعه‌ای از آیین‌نامه‌ها وجود دارند که نیاز است به آنها پرداخته شود : ۱- مدیریت عملیات‌های ناوگان هوایی، ۲ - توسعه و تولید وسایل پرنده، ۳ - طراحی یک فضای پروازی، ٤ - مدیریت و عملیات هر یک از وسایل پرنده داخل سیستم (منظور همان پرنده ها است)، ۵ - یکپارچه سازی با جامعه

• بخش زیادی از الزامات قانونی (طبق الگوی کشور آمریکا، در سطح فدرال) تحت صلاحیت اداره هوانوردی فدرال FAA ، DOT و DHS است. با این حال به احتمال بسیار زیاد به صورت محلی نیز در قالب‌های منطقه بندی و زیرساخت‌های مورد نیاز این پلتفرم (UAM) مشارکت‌هایی در قانون گذاری وجود خواهد داشت.

• در صورت تغیر قابل توجه شرایط، گاه شمار (فهرست زمانی) تدوین آیین نامه‌ها برای انجام عملیات‌ها در مقیاس بزرگ در کوتاه مدت (بین ۲ تا ۵ سال) برای تحویل کالا یا همان زمینه کیلومتر آخر و میان مدت تا بلند مدت (بین ۵ تا ده سال و بیشتر) برای مترو و تاکسی هوایی قابل پیش بینی است. با این که عملیات تحویل کالا یا همان کیلومتر آخر به صورت بسیار محدود امکان انجام دارد، با این حال باز هم به هدایت انسانی نیاز دارد و خودکار نیست. اداره هوانوردی فدرال FAA در حال همکاری برای ایجاد مسیرهای قانونی جدیدی هستند که از طریق آن بتوان این کار را به صورت آزمایشی اجرا کرد.

شرایط موجود برای پرواز با پرنده‌های کوچک (SUAV) همانند کوادکوپترهای فعلی مانند فانتوم و ...

• وزن پرنده باید کمتر از ۵ پوند باشد.

• برای پروازهای تجاری که به صورت محدود در حال حاضر وجود دارند نیاز به خلبانی است که حداقل باید ١٦ سال سن داشته باشد و در آزمون‌های مربوطه نیز شرکت کرده و قبول شده باشد. (بدیهی است برای انوع پهپاد که به عنوان اسباب بازی استفاده می شوند نیاز به این شرایط نیست)

• پرنده باید در دید مستقیم خلبان باشد (دید چشم و نه دوربین)

• پرواز باید زیر ٤۰۰ فوت صورت گیرد.

• پروازی در بالای سر مردم (افراد پیاده) نباید انجام شود.

• پروازها فقط در روشنایی روز امکان انجام دارند.

• حق تقدم با هواپیمای با سرنشین است.

• سرعت پرواز باید کمتر از ۱۰۰ مایل در ساعت (تقریبا ١٦۰ کیلومتر در ساعت) باشد.

• فقط در حریم هوایی G می توان بدون مجوز پرواز کرد.

• نمی توان پرنده را از طریق یک وسیله پرنده دیگر هدایت کرد.

• نمی توان پرنده را از یک وسیله نقلیه زمینی همانند خودرو هدایت کرد، مگر در مکان‌هایی با جمعیت بسیار پراکنده.

- هر چند درحال حاضر به Waiver ها و COA ها آزادی عمل بیشتری در زمینه پرواز در زمان شب و یا حتی خروج پرنده از دید خلبان می‌دهند، اما همانطور که گفته شد با ایده آل مورد نیاز برای پلتفرم UAM بسیار فاصله دارد.

- عملیات تحویل کالا یا همان کیلومتر آخر با شروع طرح‌های پایلوت در مقیاس کوچک شرکت‌های معتبر در حال رشد است. به عنوان نمونه:

• پروژه X-WING که یک طرح پایلوت تحویل غذا در کانبرای استرالیا است.
• تحویل بسته‌های آمازون به صورت پایلوت در بریتانیا
• ZIPLINE که تجهیزات پزشکی را در رواندا به صورت پایلوت جابجا می‌کند.
• DOMINOS که در نیوزلند پیتزا تحویل می‌دهد .
• DHL که تحویل بسته را به صورت پایلوت در آلمان شروع کرده است.
• یونیسف نیز در حال ایجاد کوریدورهایی برای ارائه خدمات بشردوستانه توسط این پرنده ها در مالاوی است. (MALAWI)

پنج زمینه اصلی در مقررات هوایی

نیاز های آیین نام ای		چرا این آیین نامه برای تحویل بسته یا مایل آخر مورد نیاز است؟	شرایط آیین نامه در حال حاضر چگونه است ؟	مرجع ذی صلاح
1	مجوز های اوپراتور	اگرچه در حال حاضر نیازی به صدور گواهی‌نامه اپراتور برای تحویل مایل آخر وجود ندارد، اما این امکان وجود دارد که الزامات اپراتور روی سازمان‌هایی قرار داده شود که عملیات‌های حجم / فرکانس بالا را انجام می‌دهند	امروزه هیچ گواهی‌نامه خلبانی مورد نیاز نیست؛ خلبانان باید شرایط عمومی ذیل بخش 107 را رعایت کنند ، اما اپراتورهای ارسال مایل آخر که زیر بخش ۱۰۷ در حال پرواز هستند در این زمان نیاز به گواهی ندارند .	Federal (FAA)
	گواهینامه های اوپراتور	احتمالا دولت ها و مقامات محلی مجوز های شرکت ها و اوپراتور ها را در تحویل بسته را خوهند داد	امروزه هیچ نیازی به صدور مجوز وجود ندارد	ایالت ها و مقامات محلی
	نیاز UTM مندی ها	الزامات فنی و پروتکل های اجرایی برای نظارت بر سیستم های خودکار که در زیر 400 فوت پرواز می کنند باید به صورت مجزا از دیگر اقسام پرواز در نظر گرفت و در طی زمان این سیستم های کنترل ترافیک با سرنشین و بدون سرنشین در هم ادغام شوند .	فناوری کنترل ترافیک بدون سرنشین ها در حال گذراندن مراحل تست اولیه است و هنوز سوالات زیادی راجع به نحوه ی عملکرد این سیستم بدون پاسخ مانده است .	Federal (FAA, DOT, Congress)
2	مجوز های پرنده	هنوز معلوم نشده است که آیا استاندارد های ایمنی وسایل نقلیه برای پرنده های تحویل بسته یا همان مایل آخر لازم است یا خیر	در حال حاضر هیچ استانداردی برای بررسی صلاحیت پرواز این پرنده ها وجود ندارد اما می توان به صورت بالقوه تحت استاندارد های موجود برای هواپیماها به آنها مجوز داد .	Federal (FAA)
	تداوم پرواز	همانند قسمت قبل هنوز نامشخص است	هنوز هیچ استانداردی در این زمینه وجود ندارد	Federal (FAA)

UAM Platform

Urban Air Mobility

اینستاگرام iraavin_org

تلفن 021-66459018

وب www.Iraavin.ir

ایمیل info@Iraavin.ir

ایـــراویـــن

مرکز نوآوری و شتابدهی

سـامانه‌های هوشـمند

بدون سرنشـــــین