

PAV를 활용한 공유형 항공 이동수단의 해외 연구 동향 및 국내 적용 방안

The Overseas Research Trends for the On Demand Mobility and Domestic Application Plan Using PAV

임은하 · 황호연* · 차재영 · 김석범 · 박병운
세종대학교 항공우주공학과

Eunha Lim · Hoyon Hwang* · Jaeyoung Cha · Seokbeom Kim · Byungwoon Park

Department of Aerospace Engineering, Sejong University, Seoul, 05006, Korea

[요 약]

현재 우리나라 뿐만 아니라 전 세계의 많은 나라들이 사회적 손실을 발생시키는 교통체증 증가로 인한 심각한 사회문제에 직면하고 있다. 따라서 현존하지 않은 새로운 교통수단에 대한 요구가 증가하고 있다. 이로 인해 세계 여러 기업에서는 미래형 개인항공기(PAV; personal air vehicle)를 활용한 정기 운항이 아닌 고객 요구 시 운항하는 공유형 항공 이동수단(ODM; on demand mobility)을 통해 이 문제를 해결하고자 한다. 본 연구는 미항공우주국, 우버사 및 에어버스사에서 진행하고 있는 공유형 항공 이동수단 프로젝트의 현재 연구동향을 분석하였다. 또한 이러한 공유형 항공 이동수단을 우리나라에 적용하였을 때의 효과에 대해 연구하였다. 수도권을 중심으로 3개의 출퇴근 경로를 정하여 공유형 항공 이동수단 이용 시 효과에 대해 연구를 수행하였다.

[Abstract]

At present, many countries around the world, as well as Korea, have faced serious social problems due to increased traffic congestion resulting in the social loss. As a result, there is an increasing demand for new transportation which is not exist. This is why many companies around the world are trying to solve this problem with transportation innovation through On Demand Mobility(ODM) which uses Personal Air Vehicle(PAV) that is operated on demand by customer rather than scheduled transportation. This study analyzed the current research trends of the On Demand Mobility projects of National Aeronautics and Space Administration (NASA), UBER, and AIRBUS. Also, this study presents the benefit of adopting this On Demand Mobility systems into Korea. Three commuting routes were set up in the metropolitan area in Korea, and the benefit of using the On Demand Mobility method was compared with the current public transportation and private car.

Key words : On demand mobility, Personal air vehicle, Future transportation, Traffic congestion, Air taxi.

<https://doi.org/10.12673/jant.2017.21.4.313>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 13 July 2016; Revised 19 July 2017

Accepted (Publication) 23 August 2017 (30 August 2017)

*Corresponding Author; Hoyon Hwang

Tel: +82-10-5675-2282

E-mail: hyhwang@sejong.edu

I. 서론

자동차의 증가로 인하여 사람들이 도로위에서 보내는 시간이 점차 증가하고 있다. 미국 샌프란시스코의 거주자들은 하루 평균 1시간 정도를 통근시간으로 사용하고 있으며, 로스앤젤레스와 시드니의 거주자들은 매년 7주의 시간을 출퇴근하는 시간에 쓰고 있다. 우리나라 또한 예외가 아니다. 통계청 조사에 따르면 전체인구의 통근시간은 점점 증가하고 있으며, 평균 통근시간이 120분 이상이 되는 인구는 2005년 약 190,000명에서 2010년에는 약 284,000명으로 증가하였다[1]. 우리나라의 통근시간은 OECD 국가들 중에서도 평균 58분으로 가장 길다고 알려져 있다. 이처럼 긴 통근시간은 직장인들의 업무 효율성을 감소시킬 뿐 아니라, 시간과 연료의 낭비를 가져온다. 또한 개인 소득의 증가로 인하여 자동차 보급이 확대되었고 이러한 자동차의 급증은 앞서 말한 교통 체증의 문제뿐만 아니라 환경오염과 같은 여러 부작용들을 발생시키고 있다. 따라서 이런 문제점들로 인하여 새로운 교통수단에 대한 요구가 증가하고 있다. 현재 미국항공우주국(NASA)은 이에 대한 해답으로 공유형 항공 이동수단(ODM; on-demand mobility) 프로젝트를 선보였고 이와 유사하게 미국의 차량 운전기사와 승객을 연결해주는 서비스를 제공하는 운송 네트워크 회사인 우버(Uber)에서는 Uber Elevate 프로젝트를 선보였다. 또한 중국의 무인 택시인 이항 184는 올해 시범 서비스를 예정하고 있다.

공유형 항공 이동수단(ODM)은 항공기를 개인이 소유하여 운행하는 것이 아니라 하나의 항공기를 여러 사람이 공유하면서, 정해진 운행 일정이 아닌 사용자가 원하는 출발지, 목적지, 도착시간과 같은 세부사항을 직접 선택할 수 있는 교통수단을 말한다. 자가용 항공기(PAV; personal air vehicle)의 개념을 개인이 소유하는 것이 아닌 여러 사람이 공유하여 사용하는 것으로 개념을 확장한 것이다. 따라서 사람들이 좀 더 쉽고 편리하게 항공 교통수단을 접할 수 있게 하며, 여러 사람들이 이용하기 때문에 비용감소의 효과도 가져온다. 항공택시(air taxi)와 같은 공유형 항공 이동수단은 자동차의 급증으로 인한 교통 체증문제를 이동성을 향상시켜 사람들이 도로에서 낭비하는 시간을 줄임으로써 해결할 수 있다. 시간 낭비를 줄이고 단거리 이동을 더 빠르고 편리하게 해줌으로써 지역 생산성을 증가시켜 줄 것이라고 NASA는 말한다. 공유형 항공 이동수단은 오랜 시간을 타고 여행하는 개념이 아닌 상대적으로 짧은 거리와 시간, 소규모의 인원이 이용하는 상황을 대상으로 한다. 현재 우리가 이용하는 교통수단들은 지상을 기반으로 하는 것들이다. 따라서 이러한 교통수단을 이용하기 위해서는 그 교통수단의 출발지, 목적지, 경로, 시간을 맞추어서 이용해야 했다. 이러한 방법은 교통수단의 상황에 맞추어 사용자의 상황을 변경해야 하는, 사용자가 주체가 될 수 없는 시스템이었다. 또한 지상을 기반으로 하는 교통수단은 일정한 경로가 정해져 있기 때문에 단 한 번의 지연이나 중단이 발생하면 전체의 시스템의 중단으로 이어지게 된다. 이와 같이 현재의 교통수단은 사용자중심의

이동수단이 아니었다. 그러나 공유형 항공 이동수단은 사용자가 주체적으로 자신의 계획에 맞추어 출발지, 목적지, 경로 등을 정할 수 있으며 특정 경로를 따르지 않기 때문에 정체가 거의 발생하지 않는다. 공유형 항공 이동수단에 사용되는 항공기는 디지털 전기 추진 시스템을 사용하고 기존의 항공기보다 자율성을 향상시켜 기존의 교통수단과는 완전히 새로운 유형의 교통수단이 될 것이다. 전기 추진시스템은 최근 들어 배터리, 반도체, 센서 기술이 급속도로 발달하면서 본격적인 상용화가 시작되고 있다. 이러한 항공 교통수단은 전기 추진 방식을 사용하여 배출 가스와 소음을 줄이고 자율 조종 시스템을 이용하여 안정성을 증가시킬 수 있다.

공유형 항공 이동수단과 같이 사용자가 소유하는 것이 아닌 여러 사람이 공유하는 공유시스템은 현재 큰 성장세를 보이고 있다. 경제가 불안하고 저성장 시대가 되면서 소비자들의 소비 방식이 소유가 아닌 공유로 변하고 있다. 전 세계적으로 차량, 숙박, 물건과 같은 것을 공유하는 기업들이 점점 늘어나고 있으며 크게 성장하고 있다. 우리나라도 차량을 공유하는 ‘Socar’와 ‘Green car’와 같은 기업들이 성장하고 있다. 이렇게 공유하는 소비방식과 시스템이 사람들에게 점차 익숙해지고 있다. 공유하는 시스템은 사용자가 원하는 시간에만 이용하여 그에 따른 비용을 지불하는 방식으로, 내가 사용하지 않을 때 더 효율적으로 재원을 활용할 수 있기 때문에 낭비 없는 시스템을 만들 수 있다. 이런 추세에 맞추어 세계의 약 20여개의 업체들이 항공기를 공유하여 여러 사람이 공동으로 이용하는 시스템과 그에 적용할 수 있는 항공기들을 선보이고 있다. 경제 전문지 비즈니스 인사이더는 “2020년까지 최소한 7개의 회사가 실제 하늘을 날 수 있는 PAV를 상용화할 전망”이라고 보도하였다. 항공기를 이용하기 위해서는 여러 규제와 비용문제 때문에 일상생활에서 활용하기가 힘들었지만, 공유형 항공 이동수단은 그러한 복잡한 절차들 없이 현재의 공공교통수단이나 개인 자동차처럼 항공기를 이용할 수 있게 해주어 사람들의 접근성을 높여주며, 이를 통해 비용 또한 감소시켜 준다. 이뿐만 아니라 전 세계의 심각한 교통 혼잡을 완화시켜 줄 것으로 기대되기 때문에 세계의 여러 기업에서 참여하고 있는 추세이다.

본 논문에서는 공유형 항공 이동수단을 개념으로 프로젝트를 진행하고 있는 몇 기업들을 소개하고 이 기업들이 어떠한 목적과 내용을 가지고 프로젝트를 진행하는지를 분석하여 세계의 연구동향을 살펴보았다. 그리고 이러한 공유형 항공 이동수단을 우리나라에서 차량통행이 가장 많고 복잡한 수도권지역의 통근시간에 어떻게 도입하여 적용하고 이를 이용할 수 있을지에 대하여 연구하였다.

II. 공유형 항공 이동수단 연구동향

공유형 항공 이동수단을 상용화하기 위해서 세계적으로 여러 기업들이 새로운 항공기를 개발하여 상용화하고 어떤 시스

표 1. 공유형 항공 이동수단의 장벽과 성능지수[2].
Table 1. ODM Barriers and Figures of Merit [2].

Barriers	Figures of Merit
Ease of Certification	Time/Cost Required
Affordability	Total Operating Cost/Pax Mile
safety	Fatal Accidents per Vehicle Mile
Ease of Use	Required Operator Training Time & Cost
Door to Door Trip Speed	mph
Average Trip Delay	Time
Community	Perceived Annoyance @ standoff
Ride Quality	Passenger Comfort Index
Efficiency	Energy/Pax Mile
Lifecycle Emissions	Total Emissions/Pax Mile

템으로 운영할지에 대해 연구하고 있다. 그 중 몇 가지를 소개하고자 한다.

2-1 미항공우주국(NASA)

미항공우주국(NASA)에서는 교통체증이 점점 심화됨에 따라 새로운 교통편의 필요성이 증가하고 있다고 판단했다. 따라

서 새로운 개념인 공유형 항공 이동수단(ODM; on-demand mobility)라는 새로운 개념을 제시했다. ODM의 목표가 되는 항공기는 안전하고, 사용하기 쉽고, 운전자가 없으며, 소형화된 항공기이다. 사용자의 지시에 따라서 비행의 전체적인 안전과 실행을 모두 책임지는 비행체가 요구된다. 이를 위해서는 비행체와 인간의 상호작용이 효율적이면서도 직접적으로 이루어져야 한다. 표 1은 NASA에서 발표한 ODM이 실용화되기 위해서 넘어야할 장벽들과 그에 따른 성능지수를 나타낸 것이다. ODM이 실제로 이용되기 위해서는 인증 프로세서, 배터리 기술, 효율성, 신뢰성, 비용, 안정성, 소음, 배기가스, 도시의 인프라 등과 같은 문제들을 해결해야한다[2]. 표 1에 나타난 장벽들 중에서도 Ease of Certification, Affordability, Safety, Ease of Use, Average Trip Delay는 가장 먼저 해결해야할 문제들이다. NASA에서는 목표 결과를 달성하기 위해 해결해야할 장벽들을 극복하기 위한 기술로 크게 2가지를 말하고 있는데, 바로 DEP(distributed electric propulsion)와 자율성(Autonomy)의 향상이다.

ODM은 장거리 이동을 위한 시스템이 아닌 짧은 시간 소규모 공항에서 항공기를 공유하는 개념이다. 이를 Thin-Haul이라고 지칭하는데, 이는 작은 지역에 짧은 비행을 하는 승객에게 항공 서비스를 제공하는 것을 의미한다[3]. Thin-Haul은 현재 새로운 사업모델과 기술로 발전하고 있다. Thin-Haul에서 가장 많은 비용을 차지하는 것은 연료이다[4]. 전기 추진방식은 화석 연료를 사용하는 기존의 추진방식과 달리 항공기에 내장된 배

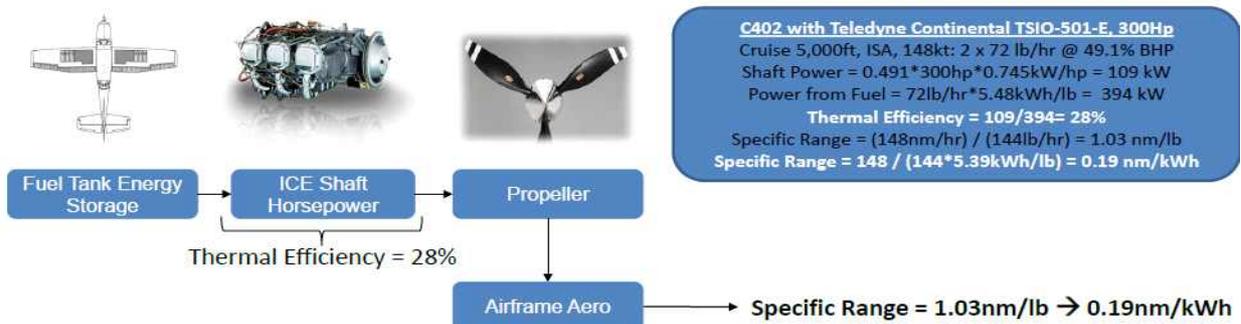


그림 1. C402의 비행속거리[4].
Fig. 1. Specific Range of C402 [4].

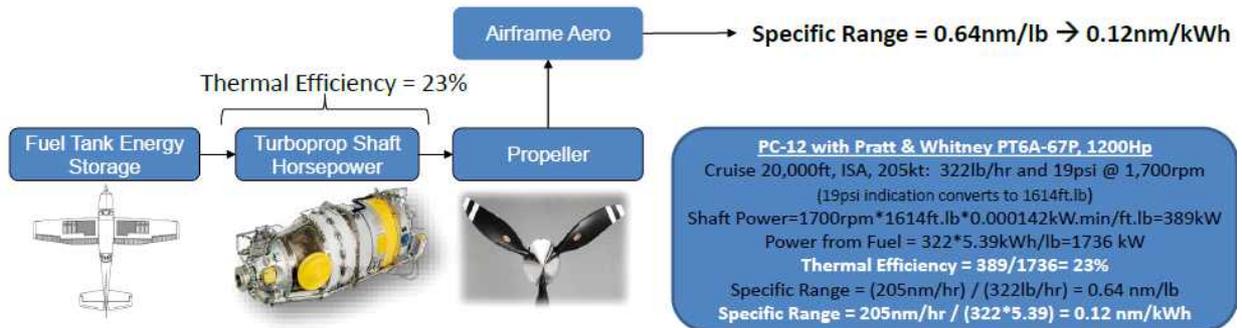


그림 2. PC -12의 비행속거리[4].
Fig. 2. Specific Range of PC-12[4].

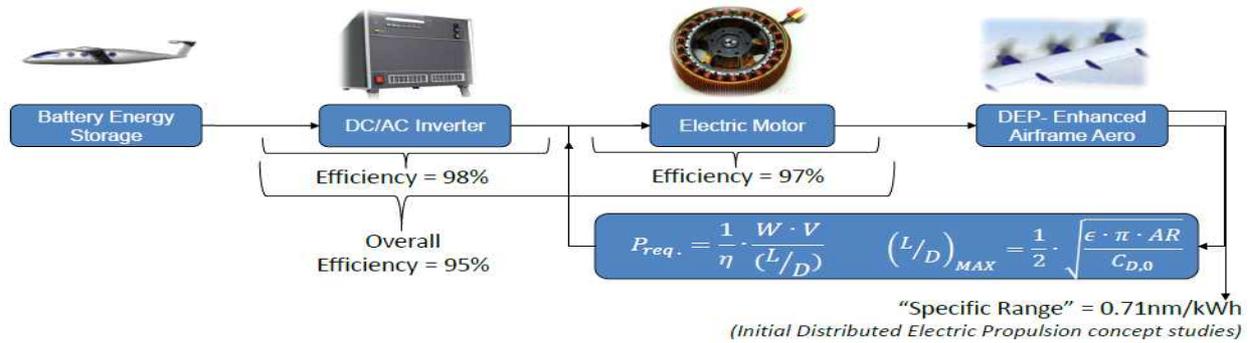


그림 3. DEP방식 항공기의 비항속거리[4].

Fig. 3. Specific Range of DEP Aircraft[4].

터리의 전력을 이용하여 모터를 구동시키는 추진 방식이기 때문에 친환경적이며, 크기에 따라 큰 영향을 받는 가솔린 엔진과 달리 전기모터는 크기에 크게 영향을 받지 않기 때문에 효율적인 항공기 설계가 가능하다. 기존방식의 항공기와 전기 추진방식의 항공기가 Thin-Haul에서 이용될 때 비항속거리(specific range)를 비교해보면 전기 추진방식이 매우 유리하다는 것을 알 수 있다[4].

그림 1, 그림 2에서 보듯이 기존 방식의 C402와 PC-12의 비항속거리는 각각 0.19 nm/kWh, 0.12 nm/kWh로 계산된다. 그림 3에서의 DEP 방식의 항공기에서 비항속거리는 0.71 nm/kWh로 계산된다. DEP 방식의 항공기에서는 기존 방식보다 에너지 변환 효율과 양항비(L/D)가 향상 되면서 항공기의 성능이 향상된 것이다. DEP는 저속에서 날개위로 공기가 빠르게 지나가므로 양력이 크게 증가하여 양항비가 개선된다. Thin-Haul에서는 연료가 차지하는 비용이 전체 운용비용에서 큰 비율을 차지하기 때문에 Thin-Haul에서 DEP 방식을 이용하게 된다면 전반적인 운용비용을 크게 감소시킬 수 있게 된다. DEP의 도입은 엔진 고장으로 인해 발생하는 항공기 사고도 감소시킬 수 있다. DEP는 다수의 전기 모터 및 컨트롤러와 여분의 배터리를 사용하기 때문에 엔진의 문제가 발생해 상승속도가 감소하는 문제가 발생해도 항공기의 제어가 가능하므로 통제된 착륙을 할 수 있다. 이러한 견고한 운행 제어는 운행 시스템에서 불확실성을 없애준다.

ODM은 도심지에서 사람들과 가깝게 운행되는 시스템이기 때문에 소음을 줄이는 것 또한 매우 중요한 과제이다. 항공기에서 소음이 발생하는 가장 큰 원인은 엔진인데, 이러한 엔진을 제거한다면 상당한 소음을 감소시킬 수 있다. DEP에서 사용하는 전기 모터는 터빈엔진이나 피스톤 엔진처럼 공기를 주입하고 배출할 필요가 없기 때문에 훨씬 조용하게 운용될 수 있다. 또한 프로펠러의 소음과 비교하였을 때, 사인과 컨트롤러를 사용하는 현대식의 전기 모터는 거의 소음을 발생시키지 않는다.

자율비행(autonomous flight)은 예상치 못한 위험 변수들을 보다 잘 통제 가능하게 만들어 주어 더 안전한 비행이 가능하게 한다[5]. 항공기의 자율성을 향상시킨다는 것은 기존의 항공기처럼 조종사가 있는 항공기가 아닌 완전한 자율비행 항공기를

목표로 하는 것을 의미한다. 시간이 갈수록 하늘에는 더 많은 항공기들이 운행되고 원하는 시간과 장소에서 좀 더 자율적으로 항공기를 이용하고자 하는 사람들이 증가할 것이다. 따라서 ODM에 자율성이 향상된 항공기를 도입하여 전반적인 신뢰성과 효율성을 크게 향상시킬 수 있을 것이다. 자율 비행을 하는 항공기들은 인간이 미처 피하지 못한 사고들을 미연에 방지할 수 있기 때문에 현재 발생하는 여러 항공기 사고들을 크게 감소시킬 수 있을 것이다. 자동차와 비교하여 항공기 운행 환경은 이착륙시를 제외하고는 훨씬 더 자유롭고 방해 요소가 적다. 따라서 무인 자동차를 운행하기 위해서는 고려해야할 세세한 부분들이 많지만 완전히 자율화된 비행기의 도입은 이보다 고려해야 할 부분이 적기 때문에 무인 자동차의 도입에 걸리는 시간보다 더 빠르게 상용화 될 수 있을 것으로 기대된다.

공유형 항공 이동수단은 누구나 이용할 수 있는 시스템으로 개발 되어 자율적으로 운행하는 향상된 항법시스템을 갖춘 항공기를 도입하기 때문에 빠르게 도시에 적용가능하다. 자율성을 높이는 장기적인 해결책은 분산된 항공 전자와 제어구조를 제공하는 것이다. 레이더는 모든 지역에서 가능하지 않고 날씨 예보 또한 불확실성이 높다. 이로 인한 부적절한 계획과 판단으로 조종사의 조종능력 밖의 상황에서 많은 항공 사고들이 발생한다. 이런 사고들은 자율적으로 운행되는 항공기의 도입과 더 향상된 항법시스템, 날씨 정보를 함께 사용하여 상대적으로 쉽게 방지할 수 있을 것이다. 항공기들은 반드시 디지털화된 자동 운행 시스템을 도입하여야 할 것이고, 이러한 디지털화된 시스템은 조종사의 조종요류로 인한 사고들을 크게 줄일 수 있을 것이다.

ODM에 이용되는 VTOL 항공기가 이착륙할 수 있는 비행장을 구축하는 것은 ODM 실용화되기 위해서 필수적인 조건이다. 미국에는 약 5660개의 헬리패드(helipad)가 있다. 이 헬리패드들은 도시의 건물 옥상 등에 많이 분포하고 있다. 이를 이용하여 ODM 시스템을 구축해 나간다면 매우 효율적이고 유용하겠지만 이들 대부분이 공공 재산이 아닌 개인 소유가 대부분이고, 소음과 같은 문제 때문에 지역 법령에서 이를 사용하는 것을 허용하고 있지 않고 있다. 따라서 이 문제의 해법으로 NASA에서는 도시 고속도로의 네 옆 클로버모양의 입체 교차로

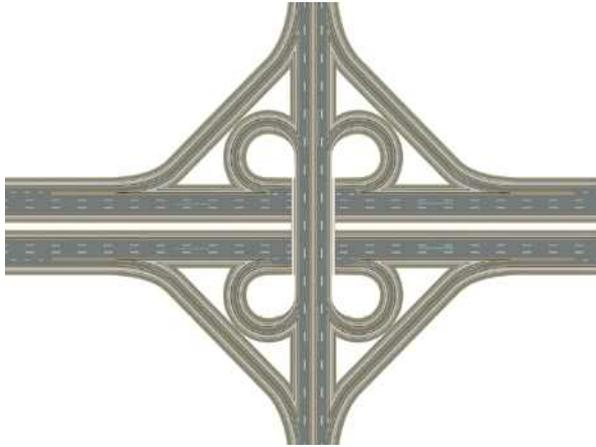


그림 4. 입체교차로[6].
Fig. 4. Cloverleaf[6].

(cloverleaf)의 활용을 제안하였다. 그림 4에서 보듯이 입체 교차로의 일 부분에 해당하는 곳을 항공기가 이착륙하는 비행장으로 활용하는 것이다. 평균적인 입체교차로의 일 부분의 지름은 약 225 ft (68.6 m) 정도이다. 보통 수직이착륙장의 지름이 50ft 이기 때문에 입체교차로를 이용하여 ODM 수직이착륙장을 충분히 만들 수 있다. 이 때 수직 이착륙장은 기존의 도로에 피해를 주지 않기 위해서 약간 위에 위치한다. 위쪽은 비행장으로 활용하고 아래쪽은 승객들이 대기하거나 다른 교통수단을 이용할 수 있는 공간으로 이용한다. 이렇게 기존의 입체교차로를 이용한 수직이착륙장의 설계는 기존의 인프라를 재사용한다는 점에서 추가적인 비행장을 건설하는 시간과 비용을 줄임으로써 ODM이 더 빠르게 실생활에 자리 잡을 수 있게 한다. 또한 이런 수직 이착륙장은 기존의 고속도로와 연계되어 있기 때문에 사용자들의 ODM에 대한 접근성을 높여 주며 여행 시간을 단축시켜 줄 것이다.

NASA에서는 공유형 항공 이동수단을 실리콘 벨리 지역에

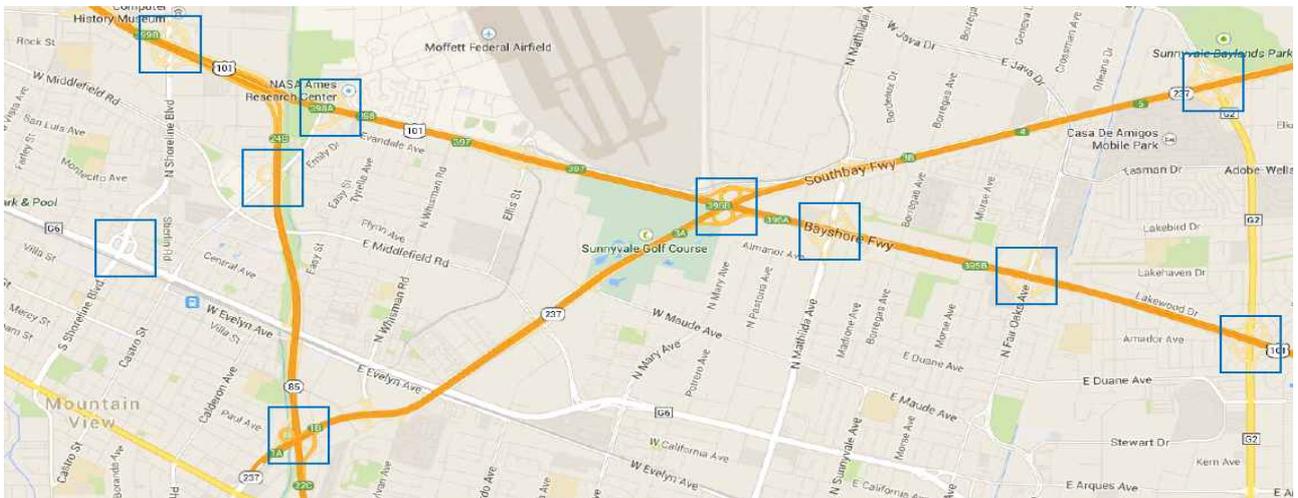


그림 5. 실리콘 벨리 한 지역의 수직이착륙장으로 활용 가능한 입체교차로[7].
Fig. 5. Silicon Valley's cloverleaf that can be used as a helipad [7].

적용했을 때 어떤 효과가 있을지에 대해 연구하였다. 실리콘 벨리를 선택한 이유는 그 지역 사람들의 25% 이상이 통근시간이 90분을 넘고 통근거리도 매우 길기 때문이다. 항공기를 이용하면 통근거리는 20~30%가 감소하였고 통근 시간은 최대 3.7배 향상된 결과를 보여주었다[7]. 또한 실리콘벨리에는 그림 5와 같이 10 제곱마일 면적에 지름이 200 ft가 넘고 주위에 장애물이 없는 10개의 교차로와 19개의 잠재적인 수직이착륙장을 건설할 수 있는 입체교차로가 있다. 지역을 확대해 살펴보면 280 제곱마일 면적에 105개의 교차로와 200개의 잠재적인 수직이착륙장이 있다. TSAM(transportation system analysis model)을 이용하여 집계된 휴대전화 위치 데이터를 통해 수요 모델링을 이용하여 연구하고 있으며, 공역 시뮬레이션을 사용하여 기존 항공 교통에 대한 항로의 영향을 평가하여 해당 지역에 공역 제한을 두고 시뮬레이션을 한다[7]. NASA는 이처럼 실제 지역에 ODM을 어떻게 활용할지에 대하여 연구하고 있으며 또 다른 지역인 로스앤젤레스를 조사하기 위해 MIT와 파트너십을 맺어 연구하고 있다.

2-2 우버(Uber)

미국의 우버는 차량을 공유하여 기사와 승객을 중계하여 승객이 낸 이용 요금을 통하여 수수료 이익을 얻는 승차 공유 서비스(ride sharing service)를 제공하는 기업이다. 우버에서는 수직이착륙(VTOL; vertical take off and landing) 항공기를 이용한 프로젝트인 Elevate의 내용이 담긴 보고서를 2016년 10월에 발표하였으며, Elevate의 목표는 2026년까지 VTOL 항공기를 이용하여 출퇴근할 수 있게 하는 서비스를 제공 하는 것이다. 이 보고서에는 Elevate에 이용되는 VTOL 항공기의 안전성(safety), 소음(noise), 배기가스(emission), 항공기 성능(vehicle performance), 인증(certification), 도시 인프라(city infrastructure)에 관한 내용이 수록되어 있다. 그림 6과 같이



그림 6. Uber Elevate의 가상도[8].

Fig. 6. Concept image of Uber Elevate [8].

Elevate는 VTOL 항공기를 이용하여 운전자 없이 여러 사람들이 항공기를 공유하여 목적지까지 가는 시스템이다. 사용자의 지시, 제약조건, 선호도를 기반으로 항공기를 운행한다. 현재 샌프란시스코의 마리나(marina)에서 산호세(san jose)의 시내까지 Uber X를 이용하면 1시간 40분 정도가 걸리며 비용은 111달러이다. 하지만 VTOL 항공기를 이용하여 이동하면 15분이면 갈수 있으며 초기 비용은 129달러 정도이지만 최대 20달러까지 비용을 줄일 수 있다고 한다[8]. 우버는 5년 이내에 완전한 수직 이착륙 비행기가 생산될 것으로 기대하며, 이는 약 100마일 거리를 150 mph 속도로 비행할 수 있을 것이라고 한다. NASA와 유사하게 분산전기추진(DEF)과 자율비행 기술을 도입하여 운행하는 계획을 세우고 있다. VTOL 승차 공유 네트워크는 오늘날의 자동차 공유 기업들이 제공하는 것과 마찬가지로 다양한 차량 유형을 필요로 한다. 다양한 속도 및 기능을 가진 VTOL이 개발 될 것이고 다양한 차량을 Elevate에 도입할 것이다. VTOL은 짧은 거리에 최적화 되어있기 때문에 Elevate에서는 아주 먼 거리를 여행하는 승객들의 요구를 충족시키는 만큼의 속도를 요구하지 않는다. 이는 지상 교통 시간을 고려하여 적절한 속도를 추구해야한다는 것을 의미한다. NASA와 MIT의 도시 연구에 따르면 VTOL은 통근시간이 가장 오래 걸리는 시간대에 대도시에서 3~4배의 이동속도를 얻을 수 있다. 이러한 연구에서는 보통 150~200 mph가 가장 효율적인 속도라고 제시한다. 우버의 분석에 따르면 이러한 설계 요구조건은 향후 5년 내에 충족될 수 있을 것이다[8]. 이는 양항비가 10보다 높고 배터리 셀의 비에너지(sepcific energy)가 400 Wh/kg인 공기 역학적 효율을 달성 할 수 있는 VTOL 설계를 의미한다. 전기 VTOL 항공기는 대형 배터리 팩을 사용할 가능성이 높으며 약 140 kWh의 용량일 것으로 판단된다. 배터리의 비동력(specific power)을 보장하는 대형 배터리 팩의 사용은 높은 비에너지를 달성할 수 있게 한다.

우버에서는 로스앤젤레스와 런던지역의 2016년 9월 장거리 이용객의 데이터를 사용하여 Elevate 프로젝트의 초기 분석을 수행하였다[8]. 우버의 장거리 이용은 소비자에게 너무 비싸기

때문에 데이터의 양은 제한적이었으나 이 데이터를 이용하여 최적화 모델을 만들었는데, 이 모델에는 자동차와 비교하여 절약할 수 있는 시간, 선택한 총 수직 이착륙장의 수 그리고 수직 이착륙장 주위의 공간제약을 포함하고 있다. 최적화 모델을 통하여 VTOL운행에 대한 접근성을 극대화하는 25개의 모델을 선정하였고 이 운행은 지상을 이용한 이동과 비교하여 약 40%의 시간을 절약하였다. 이 모델에서 모든 이용자는 1개 이상의 VTOL을 이용하고 최대 거리는 120 마일로 제한하며, 최대 속도는 170 mph로 가정하였다. 이륙과 착륙하는 시간을 각각 60초와 75초로 가정하였고 사용자는 원래 지상에서 걸리는 시간 대비 적어도 40%가 빠를 때에만 VTOL을 이용한다고 가정하였다. 결과는 로스앤젤레스와 런던지역에서 다르게 나타났다. 처음 선택한 25개의 수직이착륙장을 적용하면 로스앤젤레스에서는 장거리 여행의 60%, 런던에서는 30%를 VTOL이 대체할 수 있었다. 로스앤젤레스에서는 런던에 비해 동일한 수의 수직 이착륙장이 있을 때 더 많은 이용객을 확보 할 수 있었다. 이는 런던 지역 사람들의 이동 패턴이 VTOL을 이용한 이동 이후 다른 이동수단을 이용하여 더 긴 이동을 해야 했기 때문이며 이러한 도시들은 초기 인프라 부담이 증가한다는 것을 의미한다. 런던에서는 VTOL을 이용한 순 이동비율이 높을수록 목적지까지 갈 때 걸어서 가는 거리의 비율이 늘어났다. 이에 비해 로스앤젤레스에서는 이 비율이 런던에 비해 5배 적은 비율로 나타났다. 이는 런던의 지하철이 VTOL 수직이착륙장이 있을 것으로 예상되는 장소와 중복되는 위치에 있는 반면에 로스앤젤레스는 공항이 도심과 가깝고 지하철은 거의 이용되지 않기 때문이다[8].

이러한 결과는 공유형 항공 이동수단을 각 도시의 기존 교통 수단과 지형적 특징, 지역주민의 이동패턴에 맞게 적용해야 한다는 것을 보여주며 우버 Elevate는 이러한 연구결과를 통하여 각 도시의 맞게 시스템을 적용하기 위한 연구를 진행하고 있다. 앞으로 우버는 이 프로젝트를 위해 다양한 새로운 기술들과 협력 하도록 노력할 것이고 도시, 차량제조업체, 지역사회, 인프라 및 규제 관계자들과 접촉하여 도시의 항공 교통수단으로의 움직임에 대한 영향을 배우기 위해 노력할 것이다. 또한 공유형 항공 이동수단이 도시에서의 이동성에 미치는 긍정적인 영향을 연구하고 이 프로젝트가 현실화되기 위한 해결책을 연구하고 있다.

2-3 에어버스(Airbus) Pop Up

유럽의 항공기 제작회사인 에어버스에서는 Italdesign사와 함께 대도시의 교통체증을 완화하기 위해 그림 7과 같이 설계된 Pop Up을 선보였다. Pop Up은 2017년 3월 제네바 국제모터쇼에서 실제 디자인 모델이 전시되었다. Pop Up은 사용자의 지식을 기반으로 하는 인공지능 플랫폼을 사용하여 여행의 복잡성을 감소시키고 사용자가 원활한 이동을 하도록 도와준다. 사용자 중심의 새로운 공유 시스템을 제공함으로써 교통체증으로 인해 빼앗겼던 시간을 사용자들에게 되돌려주는 것을 목표



그림 7. Pop Up의 캡슐, 지상 모듈, 공중 모듈[9].
Fig. 7. The Capsule, Ground Module, and Air Module of Pop Up[9].

로 한다.

Pop Up은 전기추진과 충돌회피 기술(sense-and-avoid technology)과 같은 아직 완전하지 못한 미래의 기술에 의존하지만 이 비행체의 기본 아이디어는 실현가능하고 이미 필요한 기술들을 탐구하고 성숙시켜 2년 내에 비행이 가능하도록 에어 버스는 노력하고 있다[9]. Pop Up은 승객이 탈 수 있는 캡슐이 지상(ground) 모듈 또는 공중(air) 모듈과 결합되도록 이루어져 있다. 승객이 타는 캡슐은 기차나 하이퍼루프(hyperloops)와 같은 다른 공공 이동수단과도 결합이 가능하도록 설계된다. 승객이 타는 캡슐은 탄소 섬유로 되어있고, 지상 모듈은 배터리로 충전하며 공중 모듈은 8개의 회전 로터에 의한 전기 추진을 이용하여 작동한다. 배터리 충전은 3개의 캡슐과 모듈이 서로 공유하며 사용할 수 있다. 지상 모드와 공중 모드의 변환은 완전히 자동화된 시스템으로 이루어지고 전기로 운행되기 때문에 배출가스 없이 하늘과 땅에서 운용될 수 있다. 이는 지상 차량의 유연성과 수직 이착륙 항공기의 자율성, 속도를 결합하여 자동차와 항공분야를 연결한다. 이를 이용하는 승객은 간단하게 스마트폰 앱을 이용하여 자신이 계획한 일정에 따라 출발지, 목

적지, 사용하고자하는 이동수단을 선택할 수 있고, 이 시스템은 사용자의 정보, 시간, 교통 체증, 비용에 맞추어 자동으로 이동 계획을 제안하게 된다. 승객의 선호도와 요구에 맞게 공중 모듈, 지상 모듈 그리고 또 다른 공공 이동수단을 적절히 조합하게 된다.

승객이 타는 캡슐은 가로 2.6 m, 높이 1.4 m, 폭 1.5 m이며 이 캡슐은 지상 모듈과 결합하면 자동차로, 공중 모듈과 결합하면 자체 조종 항공기가 되어 A 지점에서 B지점으로 3차원 영공을 이용하여 효율적으로 도시의 교통 혼잡을 피해서 운행된다. 사용자가 목적지에 도착하면 캡슐과 모듈은 자동적으로 충전 스테이션으로 이동하여 다음 사용자를 기다리게 된다. 캡슐은 Pop Up의 모듈들과만 결합하는 것이 아니라 다른 공공 이동수단과 결합 할 수 있도록 설계되기 때문에 사용자가 출발지에서 목적지까지 도착하는 동안 계속해서 캡슐 안에 머물면서 이동할 수 있다. 따라서 승객이 다른 교통수단으로 갈아타거나 하는 번거로움을 감소 시켜준다. 현재 에어버스는 도시의 혼잡을 해소할 수 있는 수많은 혁신적인 개념을 적극적으로 개발하기 위해 전문성을 높이고 활용하고 있으며, 빈틈없는 다중 운송 네트워크에 3차원 방식을 추가하여 현재 우리 삶의 방식과 이동방식을 개선하려 하고 있다.

III. 공유형 항공 이동수단의 국내 적용 방안

현재 우리나라의 교통체증 문제는 매우 심각하며 한국 직장인들의 통근시간은 OECD 주요 국가들과 비교해 보았을 때 평균 58분이 걸려 26개국 중에서 가장 긴 것으로 나타났다. 다른 국가들보다 통근시간이 오래 걸리는 이유는 일자리가 많은 서울을 중심으로 통근하는 수도권 주민이 많기 때문으로 볼 수 있다. 1980년대 이후 수도권 외곽에 일산과 분당 같은 신도시가 건설돼 통근수요는 늘어났지만, 이에 비해 교통수단이 충분하지 못한 것도 이유이다. 신도시의 건설로 경기도 도시들의 인구

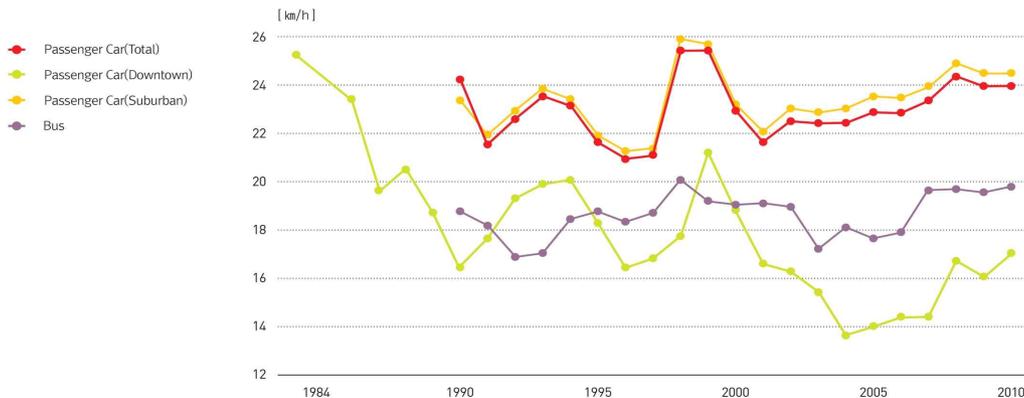


그림 8. 차종별 지역별 통행속도, 1984-2010(출처 : 서울특별시, 서울통계).

Fig. 8. Traffic Speed by Car Types and Region, 1984-2010 (Source : City of Seoul, Seoul Statistics).

표 2. 경로1 구간과 시간대 별 자동차 평균속도 (단위 : Km/h) (출처 : 경기도교통정보센터).

Table 2. The average speed of the car in the route 1 for various time zones (unit : km/h) (Source : Gyeong gi-do Traffic Information Center).

	7 A.M	8 A.M	9 A.M	5 P.M	6 P.M	7 P.M
Suwon IC ~Singal JC	79.4	67.8	57.0	56.6	74.5	76.4
Singal JC ~ Jukjeon Rest Area	89.8	92.0	91.0	70.4	80.7	84.8
Jukjeon Rest Area ~ Seoul T/G	86.8	89.2	90.0	66.8	61.2	78.6
Seoul T/G ~ Pangyo IC	85.2	84.8	84.5	63.4	48.7	70.6
Pangyo IC ~ Pangyo JC	86.6	86.2	84.5	63.6	48.7	70.4
Pangyo JC ~ Dallaenaegogae	61.8	50.0	48.0	61.2	59.7	56.0
Dallaenaegogae ~ Yangjae IC	40.4	33.8	22.5	28.8	25.2	22.8
Yangjae IC ~ Seocho IC	45.4	44.6	33.0	25.6	20.7	21.4

표 3. 경로2 구간과 시간대 별 자동차의 평균속도 (단위 : Km/h) (출처 : 경기도교통정보센터).

Table 3. The average speed of the car in the route 2 for various time zones (unit : km/h) (Source : Gyeong gi-do Traffic Information Center).

	7 A.M	8 A.M	9 A.M	5 P.M	6 P.M	7 P.M
Bucheon IC ~ Sinwol IC	46.6	55.6	57.0	56.4	41.0	53.0
Sinwol IC ~ Gyeongin Expressway Entrance	22.7	20.0	18.5	42.4	46.3	47.2

는 2~5배가 늘어났지만, 대중교통 수단의 공급이 부족한 상황이다. 이런 상황을 개선하기 위한 해결책으로 지금까지 버스노선이나 지하철을 신설하였다. 하지만 현재는 지상의 공공 교통수단을 새로 건설하는 것이 쉽지 않다. 현재 우리나라의 지하철과 버스 같은 공공 교통수단은 포화상태이고 도로를 더 이상 내기에도 쉽지 않기 때문이다. 또한 산악지형이 많은 우리나라는 산을 뚫어서 가지 않고는 도로를 더 이상 내기 힘들고 산 때문에 돌아서 가야하는 상황도 발생한다. 이와 같이 요인들로 현재 지상 교통수단에는 여러 단점들이 있다. 이러한 상황에서 공유형 항공 이동수단의 도입은 현재 교통체계를 혁신적으로 바꾸어 줄 것이다. 그림 8에서 보듯이 도심에서의 승용차의 속도는 1984년부터 오름과 내림을 반복하지만, 감소하는 경향을 보여준다. 2010년 도심에서 승용차의 통행속도는 18 km/h에도 미치지 못하는 것을 알 수 있다.

그림 9는 서울의 통행속도와 교통량을 보여준다. 그림 9를 참고하여 수도권에서 출퇴근 시간대에 교통량이 많고 통행속도가 낮은 구간을 선정하여 그 구간을 자동차가 아닌 공유형 항

표 4. 경로3의 구간과 시간대 별 자동차의 평균속도 (단위 : Km/h) (출처 : 경기도교통정보센터).

Table 4. The average speed of the car in the route 3 for various time zones (unit : km/h) (Source : Gyeong gi-do Traffic Information Center).

	7 A.M	8 A.M	9 A.M	5 P.M	6 P.M	7 P.M
Dongbu Expressway JC ~ nowongyo	44.6	26.2	23.0	12.0	12.0	17.4
nowongyo ~ Sanggyegygyo	27.6	21.3	23.0	21.4	27.7	34.2
Sanggyegygyo ~ Changdonggygyo	19.6	28.6	20.5	20.8	25.2	31.4
Changdonggygyo ~ Nokcheonggyo	19.3	23.3	20.0	20.8	22.5	32.6
Nokcheonggyo ~ Wolgye 1-gyo	33.0	37	33.5	41.0	41.7	51.4
Wolgye 1-gyo ~ Wolleung JC	37.3	52.6	54.0	79.0	79.0	78.8
Wolleung JC ~ Jungranggyo	37.0	33.6	45.5	69.2	71.5	72.6
Jongam JC ~ Wolgok lamp	64.0	60.3	53.5	77.6	77.0	75.2

공 이동수단 시스템을 적용하였을 때를 가정하였다 본 연구에서 선정한 경로는 3가지이다. 경부고속도로를 이용한 강남역에서 동탄 신도시까지의 경로, 경인 고속도로를 이용한 부천에서 종로까지의 경로, 서울 도시고속도로를 이용한 서울시청에서 경기도 북부청사까지의 경로이다. 먼저 강남역에서 동탄 신도시까지의 경로를 정한 이유는 강남역에는 삼성화재, 삼성증권, KB손해보험, 신한생명과 같은 많은 기업들의 본사 들이 위치해있으며, 동탄 신도시는 신도시가 들어서면서 인구가 늘어나고 근처에 화성 산업단지가 있기 때문에 서울에 있는 회사와 산업단지와의 교류가 많을 것이라고 예상되었기 때문이다. 다음

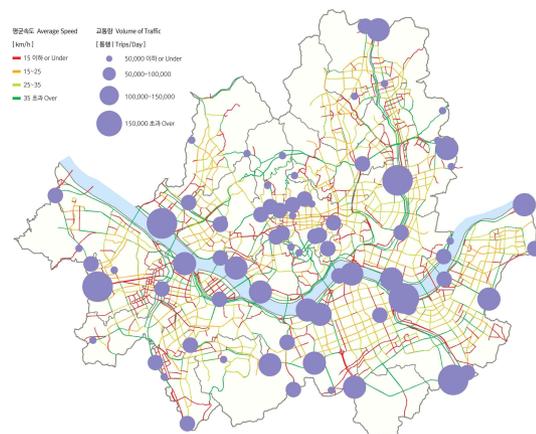


그림 9. 통행속도 및 교통량 2012 (출처 : 서울지방경찰청, 서울특별시 교통 조사자료, 2012년).

Fig. 9. Speed & Volume of Traffic 2012 (Source: Seoul Local Police, Seoul Traffic Investigation, 2012).

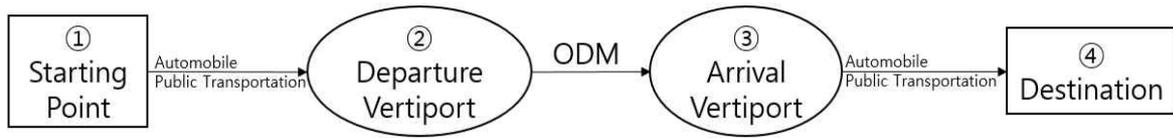


그림 10. 공유형 항공 이동수단의 이동경로.

Fig. 10. The travel path of ODM.

으로 부천에서 종로까지의 경로는 종로에 교보생명, GS건설, 한국관광공사, 한국전력공사와 같이 많은 회사들이 몰려있고 부천을 통해 인천 지역 인구가 서울로 출퇴근 할 때 이용하는 신월 IC에서 자주 차가 정체되기 때문에 선택하였다. 마지막으로 서울시청에서 경기도 북부청사까지의 경로는 의정부로 이어지는 노원구의 출퇴근 인구가 많은 것을 예측되어 선택하였다. 각 경로를 경로 1, 2, 3으로 칭하였다. 각 경우에서 서울방향으로의 경로를 고려하였고, 2017년 5월 22일부터 2017년 5월 26일까지 출근시간대인 7시에서 9시와 퇴근시간대인 17시에서 19시까지의 평균 속도 데이터를 이용하여 평균 걸리는 시간을 계산하였다. 경로 1은 강남대로에서 경부고속도로, 동탄기흥로를 이용한 경로이고, 경로 2는 신촌로에서 선유로, 국회대로, 경인고속도로를 이용한 경로이며, 마지막으로 경로 3은 금신로에서 동부간선도로, 왕산로, 종로를 이용한 경로이다. 표 2, 표3, 표4는 각 경로 구간과 시간대 별 자동차의 평균속도를 보여준다. 표에서 나타나지 않은 경로별 나머지 구간에 대해서는 그림 8의 통행속도 그래프를 참고하여 2010년 승용차(전체) 속도인 약 24 km/h로 가정하여 총 걸리는 시간을 계산하였다.

경로 1에서는 달래내 고개에서 서초IC까지의 구간이 많이 지체된다는 것을 알 수 있다. 경로 2에서는 신월IC에서 경인고속입구 부분이 많이 지체되며 특히 9시에는 평균속도가 18.5 km/h 정도 밖에 안 되는 것을 알 수 있다. 경로 3에서는 다른 경로에 비해서 전체적으로 특히 속도가 낮게 나타났다. 각 경로의 평균 속도를 이용하여 평일에 그 경로를 지나기 위해 걸리는 시간을 계산하였다. 경로1은 약 60분, 경로2는 약 51분, 경로3은 66분이 소요되었다.

그 다음 각 경로에서 공유형 항공 이동수단을 출퇴근 시간에 이용한다고 가정하였다. VTOL형 PAV를 이용하고 항공기 속도는 약 200 mph, 전기추진, 자율비행을 한다고 가정하였다. 공유형 항공 이동수단의 주된 이용 고객으로는 출퇴근 시간이 왕복 1시간이 넘는 사람들을 대상으로 하였다. 공유형 항공 이동수단의 수직 이착륙장은 각 경로에서 가까우면서 효율적으로 이용할 수 있는 건물 옥상의 헬기장이나 고속도로의 입체교차로를 임의로 선정하였다. VTOL PAV가 이동하는 경로는 출발지에서 출발 수직이착륙장까지 자동차를 이용한 경로, 출발 수직이착륙장에서 도착 수직이착륙장까지의 경로, 도착 수직이착륙장에서 도착지까지 자동차를 이용한 경로를 가정했고, 각 경로에 따라 소요되는 시간을 계산하였다.

그림 10은 공유형 항공 이동수단을 이용하여 출발지부터 목

적지까지 갈 때의 과정을 나타내었다. 경로1의 ①는 동탄신도시, ②는 기흥 IC 7교, ③은 서초 IC, ④는 강남역을 의미한다. 경로 2의 ①는 부천시청, ②는 서운JC, ③은 종로타워옥상, ④는 중각역을 의미한다. 경로3의 ①는 경기도청 북부청사, ②는 의정부IC, ③은 프레지던트호텔 옥상, ④는 서울시청을 의미한다. 기흥IC 7교, 서초 IC, 서운JC, 의정부 IC는 고속도로의 입체교차로를 그림 11과 같이 수직이착륙장으로 변경하여 이용한다고 가정하였다. 이 지역들은 고속도로가 시작하거나 끝나는 지점에 위치하기 때문에 이 지역을 활용하여 수직이착륙장을 건설하여 공유형 항공 이동수단 이용한다면, 가장 차가 밀리는 구간을 피해 목적지까지 빠르게 도착할 수 있을 것이다.

건축법 시행령 제 40조 3항 1조에 따라 층수가 11층 이상인 건축물로서 11층 이상인 층의 바닥면적의 합계가 1만 제곱미터 이상인 건축물의 옥상에서는 헬리포트를 설치하여야하기 때문에 종로타워옥상, 프레지던트호텔 옥상에 있는 헬리포트를 공유형 항공 이동수단의 수직 이착륙장으로 활용한다고 가정하였다. 그림 10에서 보여지는 ①, ②, ③, ④의 각 구간을 이동할 때의 거리와 시간을 표 5에서 나타내었고 기존의 교통수단인 승용차나 대중교통과 비교하였다. 경로 2, 3에서 ‘-’로 표시된 것은 도보로 5분 이내로 걸리는 거리기 때문에 표시하지 않았다. 표 5에서 공유형 항공 이동수단 이용 시 걸리는 시간과 승용차 혹은 대중교통을 이용하였을 때 시간을 비교해보면 공유형 항공 이동수단을 이용했을 때 50% 이상 절약되는 것을 알 수 있었다. 승객이 타고 내리는 시간을 고려하더라도 기존의 승용차 이용 시 보다 많은 시간이 감소된다. 또한 경로 1, 2, 3에서 공유형 항공 이동수단을 이용할 때 걸리는 시간 중 많은 부분을 차지하는 것은 출발지에서 수직 이착륙장까지로 이동하거나, 수직이착륙장에서 목적지까지 이동할 때 이용해야하는 자동차로 인해 걸리는 시간이다. 표 5에서 보면 ① - ②와 ③ - ④에서 자동차나 공공 교통수단을 이용해서 이동해야할 때의 시간이 공유형 항공 이동수단을 사용할 때 걸리는 시간보다 더 많은 시간이 걸리는 것을 볼 수 있다. 경로 1,2,3에서 ODM을 이용하는 ② - ③에서의 시간은 10분이 채 넘지 않는다. 따라서 경로1의 25.4분, 경로2의 25.8분, 경로3의 21.89분은 도로에서 자동차 이용시간을 더 감소시킬 수 있다면 총 걸리는 시간을 더 감소시킬 수 있을 것이다. 또한 도로에서의 자동차 이용시간을 더 줄이기 위해서는 공유형 항공 이동수단이 사용할 수 있는 수직 이착륙장의 개수를 더 증가시켜야한다. 서울내부 도심에서는 11층 이상의 바닥 면적이 1만 제곱미터이상인 건물들이 많

표 5. 공유형 항공 이동수단 이용 시 각 경로별 거리와 시간과 기존 교통수단의 비교.

Table 5. The distance and time for each route using ODM and comparison with current transportation methods.

	Route 1		Route 2		Route 3	
	Distance (km)	Time (min)	Distance (km)	Time (min)	Distance (km)	Time (min)
① - ②	4.05	10.0	9.17	22	7.94	19
② - ③	30.3	5.6	20.6	3.8	15.5	2.9
③ - ④	3.92	9.8	-	-	-	-
Sum	38.27	25.4	29.77	25.8	23.44	21.9
Automobile	38.06	60.0	23.8	51	30.3	66
Public Transportation		118		59		78

이 밀집해 있기 때문에, 경로 2와 경로3에서 가정된 종로타워옥상, 프레지던트 호텔 옥상뿐만 아니라 많은 건물을 수직 이착륙장으로 활용할 수 있을 것이다. 그리고 서울 외곽에서는 그림 12의 서운JC의 입체교차로를 활용한 것과 같이 고속도로의 입구와 출구의 많은 입체교차로를 수직이착륙장으로 변경하여 활용할 수 있을 것이다. 그림 12의 서운 JC 입체교차로의 크기를 보면 지름이 약 123.18 m 이다. 앞에서 언급한 것과 같이 평균 수직 이착륙장의 지름이 50 ft, 즉 15.24 m 정도이기 때문에 우리나라의 입체교차로를 공유형 항공 이동수단의 수직 이착륙장으로 충분히 활용 가능하다. 서울에는 강변북로와 올림픽도로와 같은 도시 고속도로에 많은 입체교차로들이 있고 이러한 입체교차로를 수직 이착륙장으로 바꾸어 공유형 항공 이동수단에 활용한다면 더 많은 사람들이 공유형 항공 이동수단을 이용할 수 있을 것이고 더 빠르게 목적지에 도착할 수 있을 것이다. 또한 수도권에 공유형 항공 이동수단이 도입되어 일부 사람들만 이용하게 되더라도 도로에는 그 전보다 자동차의 수가 많이 줄어드는 효과가 있기 때문에 지금의 교통상황보다 훨씬 나아질 것이다.

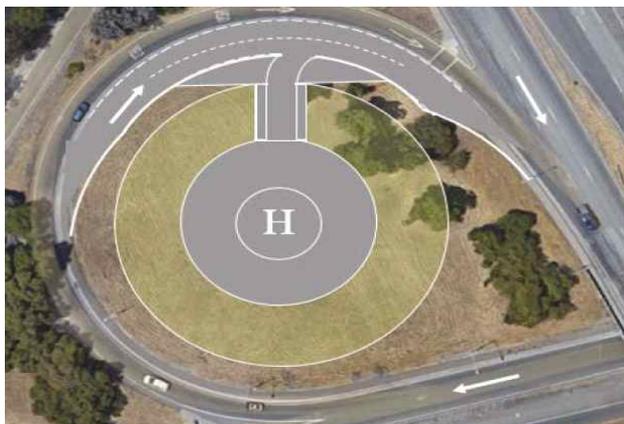


그림 11. 입체교차로의 수직이착륙장으로서의 활용[8].

Fig. 11. Utilizing cloverleaf as a heliport [8].

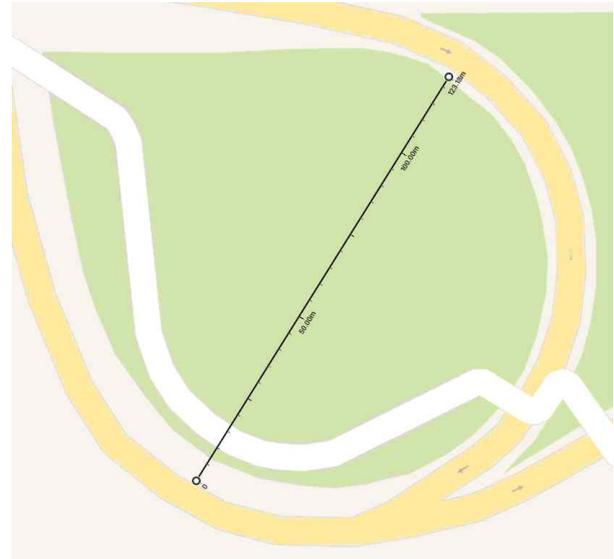


그림 12. 서운 JC 입체교차로의 크기.

Fig. 12. The size of the cloverleaf of Seo-Woon JC.

공유형 항공 이동수단이 우리나라에 적용된다면 출퇴근 시간을 획기적으로 감소시킬 수 있고 차량 통행량도 감소시킬 수 있게 되어 많은 이점이 있을 것이다. 하지만 이러한 공유형 항공 이동수단을 도입하려면 안정성, 소음, 비용, 규정, 인프라와 같은 여러 문제들을 해결해야 한다. 앞서 우버에서 런던과 로스앤젤레스에 공유형 항공 이동수단을 적용하였을 때 각 도시에 따라 다른 결과가 나타났다. 이는 도시에 따라서 공유형 항공 이동수단의 적용 방안과 결과가 달라질 수 있다는 것을 의미한다. 우리나라는 좁은 지역에 많은 인구가 밀집되어있고, 이를 위한 새로운 공공 교통수단이 매우 필요한 상황이다. 따라서 공유형 항공 이동수단을 우리나라의 실정에 맞추어 적용한다면 현재의 교통체계의 혁신을 가져 올 것으로 예상된다.

IV. 결 론

본 논문에서는 미항공우주국, 우버, 에어버스와 같은 세계적 기관과 기업들이 PAV를 이용한 공유형 항공 이동수단(ODM)을 어떻게 연구하고 있는지에 대하여 소개하였다. 또한 공유형 항공 이동수단을 우리나라에 적용하는 연구를 수행하였다. 우리나라 수도권의 출퇴근 경로 3가지를 지정하여 현재 자동차를 이용하여 평일 출퇴근 시간대에 각 도로의 속도 정보를 바탕으로 평균 걸리는 시간과 공유형 항공 이동수단을 적용하였을 때의 결과를 비교하였다. 공유형 항공 이동수단 적용 시 수도권을 중심으로 어떤 장소를 항공기의 수직 이착륙장으로 활용하면 좋을지에 대해서도 연구하였다. 그 결과 공유형 항공 이동수단을 이용 시 약 50%정도의 시간 절약 효과를 얻을 수 있었다. 따라서 우리나라 실정에 맞게 공유형 항공 이동수단을 적용한다면 현재 큰 문제가 되고 있는 교통 체증 문제를 해결하는데 도움이 될 것으로 예상된다.

Acknowledgments

이 논문은 국토교통부의 재원으로 국토교통과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구사업임(국토교통과학기술진흥원에서 부여한 과제번호: 16CTAP-C114866-01)

References

- [1] [Internet]. Available :http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=4082
- [2] K. Goodrich, “Simplified Vehicle Operation and Airspace Integration,” in *Proceedings of Transformative Vertical Flight Workshop*, Hartford: CT, p.12, September 29, 2016
- [3] A. Harish, C. Perron, D. Bavaro, “Economics of Advanced Thin-Haul Concepts and Operations”, AAIA, 16th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, p.1, June, 2016
- [4] B. J. German, “Thin-Haul Aviation Operations Study,” in *Proceedings of Working Group Start-Up Documents, ODM and Emerging Technology Joint NASA-FAA Workshop*, Arlington: VA, p. 6-11, March 8, 2016
- [5] S. Graves, “Assured Autonomy for Aviation Transformation Vision and Roadmap,” in *Proceedings of Working Group Start-Up Documents ODM and Emerging Technology Joint NASA-FAA Workshop*, Arlington: VA, p.1-16, March 9, 2016
- [6] NAVER [Internet]. Available : <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1835530&cid=49134&categoryId=49134>
- [7] K. R. Antcliff, K. Goodrich, M. Moore, “NASA Silicon Valley Urban VTOL Air-Taxi Study,” in *Proceedings of On-Demand Mobility/Emerging Tech Workshop*, Arlington: VA, p.1-15, March 7, 2016
- [8] J. Holden, N. Goel, Fast-Forwarding to a Future of On-Demand Urban Air Transportation, UBER Elevate, October 27, 2016
- [9] AIRBUS [Internet]. Available : <http://www.airbusgroup.com/int/en/news-media/corporate-magazine/Forum-90/PopUp.html>



임 은 하 (Eun-Ha Lim)

2017년 2월 : 세종대학교 기계공학과 (공학사)
 2017년 3월 ~ 현재 : 세종대학교 대학원 항공우주공학과 석사과정
 ※관심분야 : PAV Design, Solar Aircraft Design



황 호 연 (Ho-yon Hwang)

1993년 5월 : 미국 Georgia Institute of Technology 항공우주공학과 (공학박사)
 2000년~ 현재 : 세종대학교 항공우주공학과 교수
 2012년~2017년 : 세종대 부설 항공산업연구소 소장
 ※관심분야 : PAV Design, Solar Aircraft Design, Assessment of Environmental Impacts from Aviation



차 재 영 (Jae-Young Cha)

2016년 2월 : 세종대학교 항공우주공학과 (공학사)
 2016년 3월 ~ 현재 : 세종대학교 대학원 항공우주공학과 석사과정
 ※관심분야 : PAV Design, Solar Aircraft Design



김 석 범 (Seok-Beom Kim)

2017년 2월 : 세종대학교 기계공학과 (공학사)
 2017년 3월 ~ 현재 : 세종대학교 대학원 항공우주공학과 석사과정
 ※관심분야 : PAV Design, Solar Aircraft Design



박 병 운 (Byungwoon Park)

2008년 2월 : 서울대학교 항공우주공학과 (공학박사)

2012년 9월 ~ 현재 : 세종대학교 항공우주공학과 조교수

※관심분야 : DGPS, WADGPS, RTK, Network RTK, GPS 응용