

## Original Article

<https://doi.org/10.12985/ksaa.2025.33.4.047>  
ISSN 1225-9705(print) ISSN 2466-1791(online)

## 무인항공기(UAV) 기반 라스트마일 물류의 안전성 요인과 이용의도 분석 - 가구 특성 조절효과 -

김은빈\*

### Safety Perceptions and Usage Intention in UAV-Based Last-Mile Logistics Services

#### - The Moderating Effect of Household Characteristics -

Eun Bin Kim\*

#### ABSTRACT

This study empirically analyzes the impact of safety factors on the intention to use Unmanned Aerial Vehicle (UAV)-based last-mile delivery services and examines the moderating effects of household characteristics. The results reveal that product safety significantly influences usage intention in a positive direction, while the moderating effect of single-person household status was partially confirmed. Specifically, the interaction effect between personal safety and single-person household status was significant, indicating that personal safety has a more important impact on UAV usage intention for single-person households. Although distance to parcel pickup point did not show a moderating effect on the relationship between safety perception and usage intention, it independently affected UAV usage intention, with the 100-500m distance group showing the highest intention. These findings suggest that UAV logistics service providers should prioritize product safety in service design and develop differentiated marketing strategies targeting single-person households while emphasizing personal safety features. The study contributes to the literature by identifying safety factors as key determinants of UAV service acceptance and highlighting the importance of considering users' living contexts in technology adoption research.

**Key Words** : Household Characteristics (가구 특성), Last-Mile Delivery (라스트마일 운송), Safety Factors (안전성 요인), Unmanned Aerial Vehicle (무인항공기), Usage Intention (이용의도)

## 1. 서 론

비대면 소비의 확산과 초단기 운송 경쟁이 심화되면서, 도심 내 물류 운송의 효율성과 안정성을 동시에 확보할 수 있는 기술 대안에 관한 관심이 높아지고 있다.

물류 수요는 급증하고 있으나, 지상 운송 인프라의 물리적 한계로 인해 기존 물류 시스템의 효율성은 점차 저하되고 있다(Jacyna, 2013). 이러한 시점에서 도심 내 물류 배송의 마지막 단계인 라스트마일 운송(Cardenas and Borbon-Galvez, 2017)의 혁신이 물류 전체 효율성의 핵심으로 부상하고 있다(Slabina, 2015; Mangiaracina et al., 2019). 이에 대한 대안으로 드론 기반 무인항공 운송기술인 도심항공교통(urban air mobility, UAM)이 주목받고 있으며, 특히 물류 분야에서의 적용에 대한 이목이 집중되고 있다.

Received: 22. Oct. 2025, Revised: 25. Nov. 2025,

Accepted: 27. Nov. 2025

\* 경운대학교 항공관제물류학부 교수

연락처 E-mail : ebi8956@naver.com

연락처 주소 : 경북 구미시 산동읍 730 3호관 404호

UAM은 일반적으로 수직이착륙이 가능한 항공기(eVTOL 등)를 활용하여 도심 또는 근거리 구간에서 사람이나 화물을 운송하는 교통수단을 포괄하는 개념이다(Huang et al., 2024). 그러나 기술의 적용 범위와 정책적 기준에 따라 관련 용어는 지역별로 상이하게 정의된다. 미국은 AAM(advanced air mobility)이라는 용어를 사용하며 광역 항공 운송 체계까지 포함하고, 유럽은 IAM(innovative air mobility)이라는 개념을 통해 지속 가능성과 도시 통합성을 강조한다. 한국은 전통적으로 도심항공교통(UAM)이라는 용어를 사용해 왔으나, 최근에는 국토교통부를 중심으로 UAM의 개념을 광역 교통수단(AAM)으로 확장하려는 정책적 움직임이 나타나고 있다.

하지만 이와 같은 상위 개념들은 대부분 여객 중심의 기술 적용을 전제로 하고 있으며, 사람이 탑승하지 않는 무인 시스템인 드론 기반 화물 운송(UAV: unmanned aerial vehicle)을 독립적인 기술/사회적 현상으로 분석하기에는 개념적 한계가 존재한다(Li and Kharchenko, 2024). UAV는 상대적으로 소형이며, 사용자와 직접적인 상호작용이 이루어지는 생활환경 내에서 작동하기 때문에 기존 UAM과는 기술 구조, 법적 기준, 인식 차원에서 뚜렷이 구별되는 특성을 지닌다(Yedavalli and Mooberry, 2019; Elmeseiry et al., 2021; Babetto et al., 2023). 특히 UAV 운송은 사용자에게 직접적인 영향을 미치기 때문에 생활환경 변수와 사회적 인식이 수용 여부를 결정짓는 주요 요인으로 작용할 수 있다(Motlagh et al., 2016).

기존의 선행연구인 기술수용모델(TAM) (Kim, 2025)이나 관련 확장이론들은 신기술 수용의도를 설명하는 데 유용하게 활용되었지만, UAV 운송과 같이 일상생활 환경 내에서 실제적 접점이 형성되는 기술을 설명하는 데에는 한계가 존재한다. 이러한 한계를 극복하기 위해 최근 일부 연구는 UAV와 관련된 위험 요소가 기술 수용에 중요한 영향을 미칠 수 있음을 제시하고 있지만(Kornatowski et al., 2018; Oksman et al., 2024), 생활환경과 안전성이 상호작용하며 기술 수용에 미치는 영향을 실증적으로 검증한 연구는 미흡하다.

이에 본 논문은 UAV를 활용한 라스트마일 물류 운송에 대한 사용자의 안전성 인식이 이용의도에 미치는 영향을 분석하고, 가구 특성에 따라 안전성 인식과 이용의도 간의 관계가 어떻게 달라지는지를 조절효과 분

석을 통해 검증한다. 이를 통해 UAV 물류 서비스의 사회적 수용 가능성을 다각적으로 파악하고, 향후 UAV 기술의 상용화 및 제도 설계에 시사점을 제공하는 데 의미가 있다. 논문의 분석 범위의 명확성과 개념적 일관성을 확보하기 위해 드론 기반의 무인 항공 운송 수단을 UAV로 정의하고자 한다.

## II. 이론적 배경

### 2.1 UAV의 개념

최근 항공 모빌리티 기술은 기존의 물류시스템을 보완할 수 있는 신기술로 주목받고 있으며, 그중에서도 도심항공교통(urban air mobility, UAM) (Thippavong et al., 2018; Vascik et al., 2018)은 도심 및 근거리 구간에서 운용 가능한 항공 운송 수단을 의미하는 상위 개념으로 자리 잡고 있다. UAM은 일반적으로 수직이착륙이 가능한 전기 추진 항공기(eVTOL 등)를 활용하여 사람 또는 화물을 운송하는 시스템을 포괄하며, 여객 수송과 화물 수송을 모두 포함하는 개념으로 정의된다.

한편, UAM과 구분되는 개념으로 무인항공기(unmanned aerial vehicle, UAV)가 있다. UAV는 사람이 탑승하지 않고 원격 혹은 자율 제어로 운항되는 항공기로, 상대적으로 작고 단거리 운송에 적합하다(Mohan et al., 2022). 특히 UAV는 도심 내 라스트마일 배송과 같은 물류 영역에서 활발하게 적용되고 있으며, 드론 기반 물류 서비스의 실증적 확대와 함께 독립적인 기술 영역으로 인식되고 있다. UAV는 기체 설계, 운항 시스템, 조종 방식, 법적 기준 등의 측면에서도 UAM과 구분되며, 상업용 물류 수단으로서의 역할이 강화되고 있다(Reiche et al., 2018).

이와 같은 항공 모빌리티 기술은 지역 및 정책적 배경에 따라 다양한 용어로 구분된다. 미국에서는 AAM(advanced air mobility)이라는 용어를 사용하여 도심을 포함한 광역 항공 교통 시스템 전반을 포괄하고 있으며, 여객과 화물 수송, 공역 관리, 기반 인프라, 연계 수단 등 다양한 요소를 포함하는 거시적 접근을 취하고 있다. 유럽연합(EU)에서는 IAM(innovative air mobility)이라는 용어를 사용하며, 지속가능성, 도시 통합성, 사회적 수용성 등 정책·환경적 요소를 강조하는 개념으로 발전시키고 있다(Nawaz, 2023; Bar-

bano and Costa, 2023).

한국은 UAM이라는 용어를 정책적 기준으로 사용하고 있으며, 초기에는 도심 내 여객 수송 중심의 기술 개발이 주를 이루었으나 최근에는 국토교통부를 중심으로 UAM의 적용 범위를 광역권 화물 운송 등으로 확대하며 AAM 개념을 수용하려는 흐름이 나타나고 있다. 이러한 용어의 확장은 기술 개발의 방향성과 더불어 제도 설계 및 물류 전략과도 밀접하게 연관되어 있다.

이러한 흐름에서 UAM은 UAV의 상위 개념에 속하지만, 독립된 기술적·운용적 분류를 필요로 하는 하위 영역으로 간주된다(Moradi et al., 2024). UAV는 기체의 크기, 운항 방식, 법적 규제 수준, 운용 인프라 등 여러 측면에서 UAM과 구별되는 특성을 지니며 (Serrao et al., 2018), 특히 사람이 탑승하지 않는 무인 운항 시스템이 운용된다는 점(Tsach et al., 2010)에서 기술 수용에 영향을 미치는 요인이 상이하게 작용할 것으로 사료된다.

무인 시스템은 여객용 UAM보다 안전성, 프라이버시, 사회적 신뢰도, 운영 책임 범위 등에서 다른 인식 구조를 형성하며, 특히 물류 서비스와 결합될 경우 최종 소비자와의 접점이 직접적으로 발생하는 특수성을 가진다(Li, 2023). 그러므로 UAV는 단순한 기술적 수단을 넘어 생활공간 내에서 실질적인 상호작용이 이루어지는 기술로 작동하기 때문에(Fernandez and Sanchez-Lopez, 2016), 기존 항공 운송 수단과는 구별된 사회적·행태적 접근이 요구된다.

또한 UAV는 지상 배송 인력의 대체수단으로 기능하므로(Sawadsitang et al., 2018), 개별 사용자의 생활환경에 따라 체감 효용과 수용 태도가 달라질 가능성이 클 것으로 사료된다(Tan et al., 2021).

## 2.2 안전성요인과 이용의도

무인항공기(UAV)는 도심 내 교통 체증 해소, 물류 효율 향상, 탄소 배출 저감 등 다양한 사회적 가치 실현이 가능한 차세대 운송수단으로 주목받고 있다(Li et al., 2022). 그러나 UAV는 기존 교통수단과는 근본적으로 다른 공중 운송 체계를 기반으로 하기 때문에 (Fotouhi et al., 2019), 기술적 안전성과 함께 사회적 신뢰 형성이 이용 여부에 결정적인 변수로 작용한다 (Oksman et al., 2024).

본 연구는 UAV 기반 라스트마일 물류 운송 서비스의 상용화를 저해하거나 촉진할 수 있는 안전성 요인

을 Kim Eun Bin(2025)의 연구에 따라 제품 안전성, 개인 안전성, 사회 안전성의 세 가지 차원으로 구분하고, 이들 요인이 이용자의 수용 의도에 어떠한 영향을 미치는지를 이론적으로 고찰하였다. 특히 본 연구는 사전 설문조사를 통해 안전성 인식을 측정할 수 있는 구체적 항목을 도출하였으며, 이에 기반하여 각 요인을 구성하였다. 이는 이론적 정당성과 실증적 타당성을 동시에 확보하기 위한 분석 틀로 기능한다.

### 2.2.1 제품 안전성과 이용의도

제품 안전성은 UAV의 기체 신뢰성, 운송 중 안정성, 기술적 완성도를 중심으로 구성된다. 특히 도심 내에서 물류 또는 상품을 배송하는 UAV 서비스의 경우, 기체의 고장, 오작동, 기상 조건에 대한 대응력, 상품 손상 여부 등은 소비자가 서비스를 수용할지를 결정하는 핵심 기준으로 작용한다(Sadeghzadeh and Zhang, 2011; Xing and Johnson, 2022; Chowdhury and Lipsett, 2023).

기존 연구에서도 유사한 맥락이 반복적으로 확인된다. Kim et al.(2002)은 제품 안전성을 “운송 중 파손 없이 물품이 도착하는 기술적 안정성”으로 정의하였으며, 설문 문항으로는 물품의 파손 여부, 운송의 안전성, 물품 분실 여부 등을 포함하였다. Lin and Park (2017)은 고장 대응 체계와 품질 신뢰성이 소비자의 서비스 태도와 이용 의도에 유의미한 영향을 미친다고 보고하였으며, 설문 문항으로는 배송 물품의 분실 및 파손 여부에 관한 사용자의 안전성 우려를 측정하였다. Baek et al.(2021)은 드론 운영 안전성 요인이 드론 운영 만족도에 영향을 미칠 것이라는 가설을 설문문항을 통해 검증하였으며, 기술 완성도와 데이터 기록 체계를 배송 만족도의 결정 요인으로 분석하였다.

결국 UAV 서비스가 기술적 결함이나 오작동에 대한 불안 없이 안정적으로 작동할 것이라는 확신은 이용자의 심리적 저항을 감소시키고, 서비스에 대한 긍정적인 태도 및 반복 이용 의도를 높이는 주요 요인으로 작용한다.

### 2.2.2 개인 안전성과 이용의도

개인 안전성은 UAV 시스템 이용 과정에서 사용자가 느끼는 개인정보 보호, 시스템 통제 가능성, 보안 기술에 대한 신뢰를 의미한다(Zhang et al., 2025).

UAV는 예약, 실시간 위치 추적, 자동 결제 등의 기능을 통해 다양한 개인정보를 처리하며(Alwateer et al., 2019), 이러한 데이터가 해킹, 위변조, 무단 노출로 이어질 수 있다는 우려는 이용자의 불안 요소로 작용한다(Shafik et al., 2023; Sindiramutty et al., 2024; Alqahtani and Kumar, 2024).

Shaheen et al.(2018)은 스마트 모빌리티 시스템에서 보안 기술이 미흡할 경우 이용자의 수용 의도에 직접적인 부정적 영향을 미친다고 분석하였으며, Al Haddad et al.(2020)은 보안 위협 인식이 단순한 기술 문제가 아니라 사회적 신뢰 기반을 위협하는 요소임을 지적하였다.

또한 EASA(2021)는 UAV 서비스 도입 시 고려해야 할 기술적 가이드라인 중 하나로 보안 기술 확보를 핵심 기준 중 하나로 명시하였으며, 특히 시스템의 투명성과 대응 절차의 명확성은 사용자가 UAV 서비스를 위협하지 않다고 인식하게 하는 주요 요인으로 제시하였다(Liu et al., 2020; Wilnio et al., 2024).

결국 개인 안전성은 단순한 정보 보호 수준을 넘어 전체 시스템에 대한 신뢰의 출발점이자, 서비스 수용 여부를 결정하는 기제로 작용한다. 관련 선행연구에 따른 설문 문항으로는 운송 플랫폼을 통한 주문 정보 및 개인정보 보안, 운송 플랫폼 사용 시 결제 보안 체계 등에 대한 항목이 포함되었다(Al-Dosari and Fetais, 2023; Kim et al., 2025).

### 2.2.3 사회 안전성과 이용의도

사회 안전성은 UAV 서비스가 도시와 사회 전반의 시스템과 얼마나 원활하게 통합되고, 제도적으로 정비되어 있는지를 판단하는 인식 차원이다. 이는 단순한 물리적 인프라의 문제를 넘어, 법적 책임 체계, 운항 허가, 항공 경로 지정, 교통수단 연계성, 시민과의 소통 메커니즘 등 광범위한 요소를 포함한다.

Rajendran and Srinivas(2020)는 UAV의 원활한 운용을 위해 수요 예측을 기반으로 한 항공 경로 설계, 통신망 구축, 이착륙 인프라 확보가 필수적이라고 보았으며, Rothfeld et al.(2020)은 사회 안전성 확보의 핵심은 기술 구현 자체보다 시민과의 협력과 규제의 일관성에 있다고 강조하였다.

또한 Kim(2025)은 UAM 운항을 위해 필수 인프라(이착륙장, 정보시스템 등)를 구축하고, 정밀한 항로를 확보하며, 관련 규제 조건과 법적 책임을 명확히 하는

것이 중요하다고 보았다. 아울러 통신 인프라(기지국, 지상통신망 등)의 구축과 시스템과 연계된 충분한 교통수단의 제공이 중요하다는 점을 설문 문항을 통해 검증하였다.

도시 인프라와 법제도가 정비되어 있을수록 UAV에 대한 불확실성은 감소하며, 이는 곧 심리적 안정감 향상과 이용 의도 고양으로 이어진다. 반대로 이러한 기반이 부족하거나 모호할 경우, 서비스 도입 자체에 대한 시민의 저항과 거부감이 증가할 가능성이 크다.

따라서 사회 안전성은 UAV 기술의 도입을 단순한 '기술 수용' 수준에서 '사회적 통합'으로 확장시키는 매개 변수로서, 수용 의도의 범위와 강도를 결정하는 기반 인프라로 작동한다.

### 2.3 가구특성의 조절효과

라스트마일 물류 운송 서비스의 이용 의도에 영향을 미치는 다양한 요인 중, 수요자의 생활환경과 가족구성 방식은 이용자의 요구와 행동 패턴에 밀접한 영향을 미치는 핵심 변수로 간주된다(Liu et al., 2019; Zhu et al., 2019; Wang et al., 2024).

특히 본 연구에서는 가구 단위의 특성에 주목하여, '가구원 수'와 '택배 수령 지점까지의 거리'라는 두 가지 조절 변수에 따라 이용 의도에 차이가 발생할 수 있다는 가설을 설정하였다.

최근의 연구들은 고도화된 분석 기법을 활용하여 특정 소비자 특성과 이커머스 및 라스트마일 배송 서비스에 대한 선호 간의 관계를 정밀하게 규명하고 있다. 선행 연구의 세분화 원칙을 토대로, 최신 연구는 소비자 집단이 가지 있게 여기는 배송 속성의 세부 항목들에 초점을 맞추고 있다.

Nguyen et al.(2019)은 성별과 소득이 소비자가 다양한 배송 속성을 평가할 때 주요 요인으로 작용한다는 사실을 확인하였으며, Pollak and Wales(1981)는 주거 지역이 온라인 쇼핑 빈도보다 수령 방식에 더 큰 영향을 미친다는 결과를 제시하였다. 또한 2023년 중국 물류 시장에서 수행된 연구에서는 연령, 성별, 직업, 월 소득 등 다양한 요인이 소비자의 물류 서비스 수요에 직접적으로 연관된다는 사실을 확인함으로써, 기존 연구의 결과를 보강하였다(Deaton and Muellerbauer, 1980).

이러한 선행연구들은 점차 디지털화되고 세분화되는 리테일 환경 속에서, 소비자 선택을 유도하는 정교한 사

회인구학적 요인들의 중요성을 명확히 보여주고 있다.

### 2.3.1 가구원에 따른 조절효과

최근 급격히 증가하고 있는 1인 가구는 기존의 다인 가구와는 뚜렷하게 구분되는 소비 행태를 보이고 있다(Choi et al., 2016). 1인 가구는 공간-시간-비용 측면에서 효율적인 소비를 지향하며, 이에 따라 빠르고 간편한 라스트마일(last-mile) 물류 운송 서비스에 대한 선호도가 높게 나타나는 경향이 있다(Jung and Shin, 2020).

실제 선행연구에서도 1인 가구는 식품이나 생필품을 온라인 쇼핑몰이나 운송 플랫폼을 통해 구매하는 빈도가 높고, 주문 단위 또한 소포장 중심으로 이루어지는 특성이 강하게 관찰되었다(Kwon and Lee, 2021).

1인 가구는 다인 가구와 비교할 때 물류 서비스 이용 행태에서 뚜렷한 차이를 나타낸다.

우선 제품 구매 특성 측면에서 1인 가구는 소포장 및 1인분 단위의 식품, 생활용품, 소형 가전제품을 주로 선호하며(Park, 2021), 소량 구매 및 자율적 소비 패턴을 보이는 반면, 다인 가구는 가족 구성원의 수가 많아 대량 구매를 하는 경향이 있다(Kim, 2019).

택배 서비스 이용 빈도에 있어서도 1인 가구는 다인 가구보다 더 빈번하게 이용하며(Lee and Kwak, 2014), 연간 약 20~30회 수준으로 자주 이용하는 경향을 보인다(Jeong and Jang, 2021).

또한 1인 가구는 소량 및 다품종 주문을 선호하는 반면, Won and Jung(2015)의 연구에서는 다인 가구가 대량 구매와 다양한 제품을 동시에 주문하는 양상을 보인다고 보고하였다.

택배 수령 방식에서도 뚜렷한 차이가 존재한다. 1인 가구는 혼자 거주하는 특성상 택배 수령 시 발생할 수 있는 위험에 대한 민감도가 높아, 무인 택배함이나 위탁 배송 등 비대면 수령 방식을 선호하는 경향이 강하다(Jang and Kim, 2016). 이러한 차이는 1인 가구가 겪는 시간적 제약과 안전 민감성에서 기인한다.

특히 직장인 1인 가구는 근무시간으로 인해 집에 머무르는 시간이 제한적이며(Yoo et al., 2023), 이는 택배 수령에 상당한 시간적 제약으로 작용한다.

또한 혼자 거주하는 환경에서 도난, 개인정보 노출, 대면 수령 시 불안감 등 다양한 안전 문제에 대한 민감도가 높으며(Jang, 2018), 사회적 관계망이 상대적으

로 제한적이어서 택배 수령 시 이웃이나 가족의 도움을 받기 어려운 상황에 처하게 된다(Lee and Kim, 2017).

결과적으로 이러한 시간 부족과 안전 민감성은 1인 가구가 비대면 수령 방식을 적극적으로 선호하게 만드는 주요 요인으로 작용한다.

이러한 배경을 고려할 때, 가구원 수는 UAV 기반 라스트마일 물류 운송 서비스의 이용 의도에 영향을 미치는 중요한 조절 변수로 작용할 수 있다. 예를 들어, 1인 가구는 시간 절약과 직배송의 필요성이 상대적으로 높기 때문에 UAV 서비스에 대한 이용 의도가 더 강하게 나타날 가능성이 있으며(Choi et al., 2022), 반면 다인 가구는 식자재 대량 구매나 가족 단위의 공동 소비를 중심으로 구매 결정을 내리므로, 기존 대형마트나 오프라인 구매 방식에 더 익숙할 가능성이 높다.

본 연구의 설문조사에서도 가구 유형(1인 가구 또는 다인 가구)에 따라 응답자의 서비스 사용 기대, 편리성 인식, 시간 절약 효과에 대한 평가가 어떻게 달라지는지를 측정하였으며, 이는 가구원 수가 UAV 서비스 이용 의도에 미치는 조절효과를 분석하기 위한 기초 데이터로 활용되었다.

### 2.3.2 택배습득까지의 거리에 따른 조절효과

라스트마일 물류 운송 서비스에서 소비자의 이용 의도는 단순한 서비스 인지 수준을 넘어, 사용자가 실제로 직면한 생활환경적 조건에 따라 다양하게 조절될 수 있다(McKinley et al., 2025).

그중에서도 택배 물품을 수령하는 데까지의 거리는 사용자의 생활 편의성과 밀접하게 연관된 변수로, UAV(무인항공기) 기반 운송 서비스의 효율성을 실질적으로 평가할 수 있는 중요한 조절 요인으로 주목된다.

일반적으로 기존 육상 운송 시스템에서는 아파트 단지 내 무인 택배함, 경비실, 공동 현관 등에서 물품을 수령하게 되는데, 수령 지점까지 이동해야 하는 거리와 시간은 특히 노약자, 바쁜 직장인, 혹은 출퇴근 시간이 일정치 않은 1인 가구에게 불편 요소로 작용한다.

택배 수취 거리가 멀수록 기존 택배 서비스의 이용률은 감소하고, 불편 요소는 증가하며, 소비자 만족도는 하락하는 경향이 나타난다. 이러한 거리 제약은 물류 서비스의 효율성과 고객 만족도에 직접적인 영향을 미치는 요인으로 평가된다.

실증연구에 따르면, 택배 수령 방식에서도 가구 형

태에 따른 차이가 발견된다.

1인 가구는 혼자 거주하는 특성상 택배 수령 시 발생할 수 있는 위험에 대한 민감도가 높아, 무인 택배함이나 위탁 배송 등 비대면 수령 방식을 선호하는 경향이 강하다(Jang and Kim, 2016).

특히 직장인 1인 가구는 근무 시간 제약으로 인해 집에 머무르는 시간이 제한적이며(Yoo et al., 2023), 이는 택배 수령에 시간적 제약으로 작용한다.

또한 혼자 거주하는 환경에서의 도난, 개인정보 노출, 대면 수령 시 불안감 등 안전 문제에 대한 민감도가 높으며(Jang, 2018), 사회적 관계망이 제한적이어서 이웃이나 가족에게 도움을 받기 어려운 상황에 놓이는 경우가 많다(Lee and Kim, 2017).

결과적으로 이러한 시간 부족과 안전 민감성은 1인 가구가 비대면 수령 방식을 선호하게 만드는 주요 요인으로 작용한다.

최근 연구에서는 이러한 ‘라스트마일 불편’이 UAV 운송 서비스에 대한 인식과 이용 의도에 직접적인 영향을 미친다고 보고하고 있다(Leon et al., 2023; Ngah et al., 2024).

UAV 배송은 기존 육상 배송과 달리 교통 체증을 회피하고, 소비자가 원하는 시간과 장소에 직접 배송이 가능하다는 점에서 도로 이동 거리를 제거하거나 단축시키는 효과를 가진다.

이는 특히 택배 수령을 위해 먼 거리를 이동해야 하는 사용자일수록 UAV 기반 배송의 편리성과 시간 절약에 대한 기대치가 높아진다는 점을 시사한다.

UAV가 지역 통합 허브에서 소비자 자택까지 직접 배송하는 하이브리드 모델로 발전할 경우, 라스트마일 구간의 거리 문제를 실질적으로 해결할 수 있으며, 이는 편의성 향상뿐만 아니라 개인화된 맞춤형 서비스 제공을 통해 사용자 만족도를 크게 높일 수 있는 잠재력을 지닌다.

기존 육상 운송 방식으로는 장거리 배송의 근본적인 문제점을 해결하기 어려운 반면, 항공운송 택배 서비스는 거리 제약을 극복하는 강력한 대안으로 부상하고 있다.

항공운송은 신속성을 기반으로 배송 시간을 획기적으로 단축시키며, 이는 특히 원거리 배송 구간에서 소비자의 서비스 이용 의도를 증가시키는 핵심 요인으로 작용한다.

소비자 인식 조사에 따르면, 항공운송의 빠른 서비스 제공은 가장 큰 장점으로 평가되며, 거리가 멀수록

항공운송 서비스 이용 의도는 더욱 높게 나타난다.

또한 도심항공교통(UAM)과 같은 미래형 항공 모빌리티는 도심 내 운송 서비스의 효율화를 통해 물류 사각지대 해소 및 신속하고 안전한 프리미엄 배송 서비스 실현을 가능하게 할 것으로 기대된다(Lee, 2023).

그러나 항공운송 택배 서비스가 장거리 운송 시 이용 의도를 실질적으로 높이기 위해서는 제품 안전성이 보장되어야 한다.

소비자들은 택배 서비스를 선택할 때 안전성을 가장 중요한 기준으로 인식하며, 정확성, 신속성, 친절성, 사후 서비스가 그다음 요인으로 평가된다(Han and Kim, 2010).

제품 안전성에 대한 신뢰가 확보되지 않는다면, 아무리 빠른 배송이 가능하더라도 소비자의 이용 의도 증대 효과는 제한적일 수밖에 없다.

특히 온라인 쇼핑 증가와 함께 제품 파손 및 분실 문제가 부각됨에 따라, 안전성 보장은 재이용 의도와 고객 만족도에 직접적인 영향을 미치는 핵심 요소가 되었다.

따라서 항공운송 택배 서비스의 성공적인 확산을 위해서는 신속성뿐 아니라 제품의 안정적인 배송 보장이 필수적이며, 제품 안전성은 거리와 이용 의도 간의 관계를 조절하는 핵심 변수로 작용한다.

결국 UAV 물류 서비스는 단순한 기술적 수단을 넘어, 생활 밀착형 불편을 해소하는 실질적 대안으로 기능할 수 있다.

특히 택배 수령지와 실제 거주지 간의 거리 차가 클수록 사용자의 UAV 운송 서비스 이용 의도는 더욱 긍정적으로 조절될 가능성이 크다.

즉, 거주지와 수령지 간의 물리적 거리 또는 도로 시간이 멀수록 UAV 기반 비접촉 고속 배송에 대한 선호는 유의하게 높아질 것으로 예상된다.

따라서 향후 UAV 기반 라스트마일 운송 서비스를 설계하거나 정책적으로 추진할 때에는, 수령 거리와 생활환경 조건을 변수로 고려한 세분화된 서비스 전략이 필요하다.

### III. 연구설계

#### 3.1 연구모형

본 연구는 UAV를 활용한 라스트마일(last-mile) 물

류 운송에 대한 사용자의 안전성 인식이 이용 의도에 미치는 영향을 분석한다.

그 관계에서 가구 특성 요인인 1인 가구 여부와 택배 수령 거리의 조절효과를 검증함으로써 이용 의도 형성 경로를 탐색하고자 한다.

Komasova et al.(2020)과 Knobloch and Scharnschmidt(2020)의 연구와 동일한 맥락에서, 본 연구는 안전성 요인을 제품 안전성, 개인 안전성, 사회 안전성의 세 가지 하위 차원으로 구분하고, 이들이 가구 특성 변수(1인 가구 여부: Choi, 2020; 택배 수령 거리: Gunawan et al., 2020)에 의해 이용 의도에 어떠한 차별적 영향을 미치는지를 실증적으로 규명하였다.

이러한 이론적 구조를 토대로 설정된 연구모형은 Fig. 1과 같다.

### 3.2 가설설정

#### 3.2.1 안전성과 이용의도의 관계

Bansal et al.(2005)는 소비자들이 기존의 익숙한 교통수단과 달리, 아직 상용화되지 않은 도심항공교통(UAM) 서비스에 대해 안전성 측면에서 불안감을 느낄 수 있다고 언급하였다.

Kasper and Abdelrahman(2020) 또한 독일에서 자율 배송 차량(ADV: autonomous delivery vehicle)을 활용한 라스트마일 배송 서비스의 수용성 연구를 통해, 안전에 대한 인식이 서비스 사용 의도에 유의한 영향을 미친다는 결과를 제시하였다.

이와 유사하게, Lee(2011)는 배송 서비스의 품질 요인 중 하나로 ‘안전성’을 제시하며, 안전성 인식이 서비스 이용 의도에 통계적으로 유의한 영향을 미친다는 실증적 결과를 보고하였다.

이러한 선행연구들을 종합해보면, UAM 및 UAV 서비스의 안전성은 이용자에게 핵심적인 우려 요인으로

작용하며, 이는 궁극적으로 서비스 사용 의도 형성에 직접적인 영향을 미치는 요인임을 시사한다.

이에 따라 본 연구에서는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H1: UAV안전은 UAV이용의도에 유의미한 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-1: 제품안전은 UAV이용의도에 유의미한 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-2: 개인안전은 UAV이용의도에 유의미한 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

H1-3: 사회안전은 UAV이용의도에 유의미한 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

#### 3.2.2 UAV안전과 UAV이용의도 간에 1인 가구 여부의 조절효과

최근 1인 가구의 비중이 빠르게 증가함에 따라 (Kim, 2016), 이들을 중심으로 한 새로운 형태의 소비 및 생활 패턴이 주목받고 있다(Kang et al., 2016).

1인 가구는 전통적인 가족 단위와는 달리, 시간 효율성, 개인 프라이버시, 비대면 서비스에 대한 선호가 뚜렷하게 나타나는 특성을 지닌다.

이러한 특성은 UAV를 활용한 라스트마일 물류 운송 서비스에 대한 수용 태도나 안전성 인식에도 영향을 미칠 가능성이 크다.

특히 1인 가구는 혼자 거주한다는 점에서 물류 서비스 이용 시 더 높은 개인적 편의성을 기대할 수 있으나, 동시에 제품 파손, 보안 문제, 낙하 사고 등 다양한 안전성 요인에 대해 더 민감하게 반응할 가능성이 있다.

이러한 관점에서 Wang and Noh(2022)는 UAV 라스트마일 물류 운송에 대한 제품 안전성, 개인 안전성, 사회 안전성 인식이 UAV 이용 의도에 미치는 영향이 이용자가 1인 가구인지 여부에 따라 달라질 수 있다고 제시하였다.

이에 따라 본 연구에서는 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H2: 1인 가구 여부는 UAV안전과 UAV이용의도의 관계를 조절할 것이다.

H2-1: 1인 가구 여부는 제품안전과 UAV이용의도의 관계를 조절할 것이다.

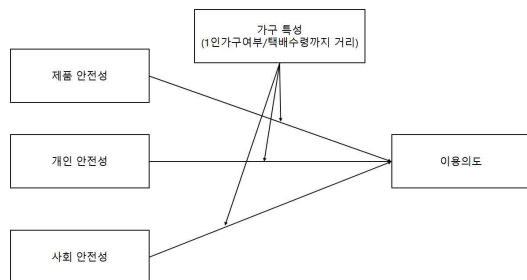


Fig. 1. Research model

H2-2: 1인 가구 여부는 개인안전과 UAV이용의도의 관계를 조절할 것이다.

H2-3: 1인 가구 여부는 사회안전과 UAV이용의도의 관계를 조절할 것이다.

### 3.2.3 UAV안전과 UAV이용의도 간에 택배습득까지의 거리의 조절효과

Bai et al.(2021)은 UAV를 활용한 물류 운송 서비스가 사용자에게 새로운 형태의 수령 경험을 제공하지만, 사용자는 여전히 다양한 안전성 요인에 대한 우려를 가질 수 있다고 지적하였다(Samawi et al., 2024).

특히 Kaoy et al.(2020)은 UAV의 비행 안정성과 기술적 신뢰성과 같은 제품 안전성, 낙하물 및 충돌 등과 관련된 개인 안전성, 그리고 공중 비행체의 도입으로 인한 사생활 침해 및 사회적 영향과 관련된 사회 안전성이 사용자의 이용 의도 형성에 영향을 미치는 핵심 요인으로 작용한다고 밝혔다.

한편, Kuru et al.(2019)은 택배 수령까지의 거리, 즉 사용자가 UAV 운송 물품을 실제로 수령하기 위해 이동해야 하는 물리적 거리가 이러한 안전성 인식과 이용 의도 간 관계를 조절할 수 있는 중요한 맥락적 변수임을 제시하였다. 물리적 거리가 짧을수록 사용자는 UAV 운항에 더 자주 노출되어 안전성에 대한 체감이나 민감도가 높아질 가능성이 있으며, 반대로 거리가 멀수록 UAV와의 직접적 접촉 빈도가 감소하면서 안전 우려가 완화되거나, 수령 편의성이 낮아짐으로써 이용 의도가 약화될 가능성이 존재한다. 따라서 UAV 운송 시스템의 수용성을 심층적으로 이해하기 위해서는, 안전성 요인이 이용 의도에 미치는 영향뿐 아니라, 택배 수령 거리라는 상황적 요인이 두 변수 간 관계를 어떻게 조절하는지를 함께 고려할 필요가 있다. 이에 따라 다음과 같은 가설을 설정하였다.

H3: 택배습득까지의 거리는 UAV안전과 UAV이용의도의 관계를 조절할 것이다.

H3-1: 택배습득까지의 거리는 제품안전과 UAV이용의도의 관계를 조절할 것이다.

H3-2: 택배습득까지의 거리는 개인안전과 UAV이용의도의 관계를 조절할 것이다.

H3-3: 택배습득까지의 거리는 사회안전과 UAV이용의도의 관계를 조절할 것이다.

### 3.3 변수의 측정

본 연구는 이론적 고찰을 바탕으로 UAV 기반 라스트마일(last-mile) 물류 운송에서 안전성 요인이 이용 의도에 미치는 영향을 규명하고자 하였다(Table 1).

먼저, '제품 안전성(product safety)'은 UAV 배송 과정에서 기상 변화나 지형적 요인에도 불구하고 상품이 손상 없이 안전하게 운송될 수 있는 능력으로 정의하였다. 이 변수는 Kim et al.(2002), Lin and Park(2017), Baek et al.(2021)의 연구를 토대로 총 4개 측정 항목을 개발하였다.

다음으로, '개인 안전성(personal safety)'은 UAV 시스템 이용 시 개인정보가 외부로 유출되거나 부적절하게 활용되지 않도록 보호되는 수준으로 정의하였으며, Shaheen et al.(2018), Al Haddad et al.(2020), EASA(2021)의 연구를 참고하여 총 5개 문항으로 측정하였다.

또한, '사회 안전성(social safety)'은 UAV가 기존 도시 교통체계 및 사회 인프라와 얼마나 안정적으로 통합될 수 있는가를 평가하는 요인으로 설정하였다. 이 변수는 Rajendran and Srinivas(2020), Ploetner et al.(2020), Straubinger et al.(2020)의 이론적 논의를 기반으로 5개 항목으로 구성하였다.

마지막으로, '이용 의도(usage intention)'는 UAV 운송 서비스가 도입될 경우 이를 실제로 이용하거나 타인에게 추천하려는 개인의 의지로 개념화하였다. 이

Table 1. Measurement item

개념	조작적 정의	참고문헌
제품안전	사용자가 UAV 운송의 물리적 안전성과 신뢰성을 어떻게 인식하는가에 대한 정도	Kim et al. (2002) Baek et al. (2021)
개인안전	UAV 시스템 사용 시 개인정보 보호와 정보 보안에 대한 신뢰 수준	Shaheen et al. (2018) Al Haddad et al. (2020) EASA (2021)
사회안전	UAV가 사회 인프라 및 제도적 기반 위에서 안정적으로 운영될 수 있다고 인식되는 정도	Rajendran and Srinivas(2020) Ploetner et al. (2020) Straubinger et al. (2020)
이용의도	향후 UAV 서비스를 사용하려는 태도 및 의지	An(2018) Cho and Kang(2025)

변수는 Cho and Kang(2025), An(2018)의 실증 연구를 참고하여 총 5개 문항으로 측정하였다.

모든 설문 문항은 리커트(Likert) 5점 척도를 사용하였으며, “1점: 전혀 그렇지 않다”부터 “5점: 매우 그렇다”로 구성하였다. 또한 연구대상자의 인구통계학적 및 일반적 특성은 성별, 연령, 학력, 가구원 수, 주거 형태, UAV로 받아보고 싶은 물류 품목, 현재 택배 수령지와 거리 등 총 7개 항목으로 설계하였다.

### 3.4 연구방법

본 연구는 2025년 6월 4일부터 6월 27일까지 부산 경남 지역의 택배서비스경험이 있으면서 라스트마일 운송에 대해 알고 있는 183명을 대상으로 자기보고식 설문을 실시하였으며, 모든 참가자는 UAV에 대한 설명을 읽고 설문에 참여하였다. 본 연구의 가설을 검증하기 위하여 SPSS 29.0을 사용하였다. 먼저, 측정문항의 신뢰도와 타당도를 검증하기 위하여 Cronbach  $\alpha$ 계수와 탐색적 요인분석을 실시하였다. 둘째, 연구참가자들의 인구통계적 특성을 확인하기 위하여 빈도분석을 실시하였다. 셋째, 신뢰도와 타당도가 확보된 연구변수의 특성을 확인하기 위하여 기술통계를 실시하였다. 넷째, 인구통계적 특성과 UAV이용의도의 차이를 검증하기 위하여 평균비교를 실시하였다. 다섯째, 연구 변수 간의 연관성을 확인하기 위하여 상관관계분석을 실시하였다. 마지막으로, 가설 검정을 위하여 다중회귀분석과 독립변수와 조절변수의 상호작용항을 구성하여 위계적 회귀분석을 실시하였다.

## IV. 실증분석

### 4.1 인구통계학적 특성

조사대상자의 일반적 특성을 살펴본 결과는 다음과 같다. 인구통계적 특성에서, 성별은 남자 88명(48.1%), 여자 95명(51.9%)으로 나타났다. 연령대는 20대가 112명(61.2%)으로 가장 많았으며, 40대 이상이 50명(27.3%), 30대가 21명(11.5%) 순으로 분포하였다. 학력은 대학졸업 이상이 122명(66.7%)으로 다수를 차지하였고, 초대졸 이하가 61명(33.3%)으로 나타났다. 가구의 특성에서, 1인 가구 여부에 대해서는 ‘아니오’가 103명(56.3%)으로 절반 이상을 차지했으며, ‘예’가 80명(43.7%)이었다. 또한 택배를 수령하는 장소까지의

거리를 살펴보면, 100m 이내가 81명(44.3%)으로 가장 많았고, 500m 이상이 68명(37.2%), 100~500m 사이가 34명(18.6%)으로 나타났다. 분석 결과는 Table 2에 제시하였다.

### 4.2 측정문항의 타당도 및 신뢰도 분석

본 연구에서는 측정 문항의 신뢰도와 타당도를 검증하기 위하여 탐색적 요인분석을 실시하였다. 베리맥스 방식, 고유값이 1이상인 요인, 요인적재치가 .5 이상을 기준으로 UAV의 안전과 UAV 이용의도에 대한 총 19개의 문항 중 요인적재치가 간근 제품안전 4번 문항을 제외한 총 18개에 대한 탐색적 요인분석결과는 다음과 같다. 요인추출 결과, 총 4개의 요인이 도출되었으며, 누적 설명분산은 71.813%로 나타났다. 각 요인의 문항 적재치를 살펴보면, 첫 번째 요인에는 ‘이용의도’ 관련 문항(이용의도1~5)의 요인적재치는 .848~.920, 사회안전 문항(사회안전1~5)은 .702~.834, 개인안전은 .537~.842, 제품안전은 .603~.752로 모두 요인적재치가 .5이상으로 나타났다. 따라서 본 연구에서 사용된 측정도구는 전반적으로 높은 신뢰도와 타당성을 지니며, 연구 분석에 활용하기에 적절함을 가정하여 이후 분석에 활용하였다. 분석 결과는 Table 3에 제시하였다.

Table 2. Frequency analysis

		빈도	퍼센트
성별	남자	88	48.1
	여자	95	51.9
연령대	20대	112	61.2
	30대	21	11.5
	40대 이상	50	27.3
학력	초대졸 이하	61	33.3
	대학졸업 이상	122	66.7
1인 가구 여부	아니오	103	56.3
	예	80	43.7
택배습득까지의 거리	100m 이내	81	44.3
	100~500m 사이	34	18.6
	500m 이상	68	37.2
전체		183	100.0

### 4.3 연구변수의 기술통계

각 변수의 기술통계 결과는 다음과 같다. 제품안전의 평균은 4.437(SD=0.551)로 비교적 높게 나타났으며, 최소값은 2.00, 최대값은 5.00이었다. 개인안전은 평균 4.580(SD=0.543)으로 가장 높은 수준을 보였으며, 최소값은 2.60, 최대값은 5.00으로 나타났다. 사회안전은 평균 4.490(SD=0.560)으로 나타나 개인안전

다음으로 높은 값을 보였으며, 최소값은 2.80, 최대값은 5.00이었다. 이용의도는 평균 3.944(SD=0.825)로 상대적으로 낮은 수준을 보였고, 최소값은 1.00, 최대값은 5.00으로 나타났다. 왜도와 첨도를 살펴본 결과, 모든 변수의 왜도의 절대값은 2 내, 첨도의 절대값은 7 범위내로 정규성 가정을 충족하는 것으로 확인되었다. 그 결과는 Table 4에 제시되었다.

### 4.4 조사대상자의 일반적 특성변수에 따른 UAV

Table 3. Reliability and validity analysis of measurement items

	성분				공통성	Cronbach' α
	1	2	3	4		
이용의도4	0.920	0.067	0.019	0.085	0.643	0.93765
이용의도3	0.889	0.133	0.097	0.099	0.663	
이용의도2	0.854	0.176	0.115	0.112	0.594	
이용의도1	0.851	0.167	0.176	0.066	0.753	
이용의도5	0.848	0.098	0.141	0.190	0.723	
사회안전5	0.203	0.834	0.161	0.066	0.779	0.883
사회안전2	0.110	0.787	0.139	0.242	0.684	
사회안전4	0.134	0.762	0.220	0.184	0.562	
사회안전1	0.129	0.758	0.124	0.145	0.628	
사회안전3	0.068	0.702	0.378	0.234	0.709	
개인안전1	0.126	0.159	0.842	0.045	0.695	0.879
개인안전3	0.109	0.253	0.816	0.194	0.681	
개인안전4	0.161	0.080	0.791	0.160	0.768	
개인안전2	0.055	0.261	0.778	0.215	0.788	
개인안전5	0.113	0.363	0.537	0.359	0.786	
제품안전1	0.062	0.214	0.167	0.752	0.827	0.709
제품안전2	0.196	0.184	0.185	0.746	0.859	
제품안전3	0.237	0.290	0.300	0.603	0.785	
고유값	7.395	2.897	1.632	1.002		
%분산	41.083	16.094	9.068	5.568		
누적%	41.083	57.177	66.245	71.813		

KMO=.897, Bartlett의 구형성검정=2,157.158 ( $df=153$ ,  $p<.001$ ).

Table 4. Descriptive statistics

	N	최소값	최대값	평균	표준편차	왜도	첨도
제품안전	183	2.00	5.00	4.437	0.551	-0.848	0.896
개인안전	183	2.60	5.00	4.580	0.543	-1.415	1.453
사회안전	183	2.80	5.00	4.490	0.560	-1.017	0.395
이용의도	183	1.00	5.00	3.944	0.825	-0.452	-0.064

### 이용의도의 차이 검정

인구통계적 특성에 따른 UAV 이용의도의 차이를 검정한 결과는 다음과 같다. 먼저 성별에 따른 차이를 살펴본 결과, 남자는 평균 3.99(±0.82), 여자는 평균 3.90(±0.83)으로 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다( $t=0.735, p=.463$ ). 연령대의 경우, 20대가 평균 4.06(±0.76)으로 가장 높았고, 30대는 3.74(±0.86), 40대 이상은 3.78(±0.92)로 나타났으나, 집단 간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다( $F=2.681, p=.071$ ). 반면, 1인 가구 여부에서는 유의한 차이가 나타났으며, 그 결과는 Table 5에 제시되었다( $t=2.104, p=.037$ ). 1인 가구가 아닌 경우(4.06±0.80)가 1인 가구(3.80±0.83)에 비해 UAV 이용의도가 더 높게 나타났다. 또한 택배습득까지의 거리에서도 유의한 차이가 나타났다( $F=4.541, p=.012$ ). 100~500m 사이에 거주하는 집단이 평균 4.26(±0.77)으로 가장 높았으며, 100m 이내는 3.97(±0.80), 500m 이상은 3.76(±0.84)으로 나타났다. 구체적인 차이를 검증하기 위하여 사후검정(본페로니)을 실시하였으며 500m이상보다 유의미하게 100m~500m 이내가 높게 나타났다. 그러나 100m이내와는 통계적으로 유의미한 수준의 차이는 나타나지 않았다.

Table 5. Test of differences in UAV usage intention according to demographic characteristics

변수	값	평균±표준편차	t or F(p)
성별	남자	3.99±0.82	0.735(0.463)
	여자	3.9±0.83	
연령대	20대	4.06±0.76	2.681(0.071)
	30대	3.74±0.86	
	40대 이상	3.78±0.92	
학력	초대졸이하	3.9±0.94	-0.455(0.65)
	대학졸업이상	3.96±0.76	
1인 가구 여부	아니오	4.06±0.8	2.104(0.037)
	예	3.8±0.83	
택배습득까지의 거리	100m이내	3.97±0.8	4.541(0.012) a>c
	100~500m 사이	4.26±0.77	
	500m이상	3.76±0.84	

### 4.5 연구변수의 상관관계분석

연구 변수들 간의 상관관계를 분석한 결과, 모든 변수 간에 통계적으로 유의한 정적 상관관계가 나타났다( $p<.001$ ). 그 결과는 Table 6에 제시되었다. 구체적으로 살펴보면, 제품안전은 개인안전( $r=.554, p<.001$ ), 사회안전( $r=.554, p<.001$ )과 높은 상관관계를 보였으며, 이용의도와도 유의한 정적 상관( $r=.380, p<.001$ )을 나타냈다. 개인안전은 사회안전( $r=.542, p<.001$ )과 강한 상관을 보였으며, 이용의도와도 유의한 정적 관계( $r=.309, p<.001$ )를 보였다. 또한 사회안전 역시 이용의도와 정적 상관( $r=.340, p<.001$ )을 나타냈다.

### 4.6 UAV안전이 이용의도에 미치는 영향

UAV 안전 요인이 이용의도에 미치는 영향을 확인하기 위하여 평균비교에서 유의미하였던 1인 가구 여부(1은 1인 가구, 택배배송까지의 거리(1은 100~500m 이내)를 통제변수로 회귀분석을 실시한 결과, 모형은 통계적으로 유의하였다( $F=9.584, p<.001$ ). 모형의 설명력은  $R^2=.213$ (수정된  $R^2=.191$ )으로, 약 19~21%의 설명력을 나타냈다. 구체적으로 택배습득까지의 거리( $\beta=.158, p<.05$ )가 UAV에 유의미한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그리고 택배를 습득하는 거리가 100~500m 사이일 때, 다른 거리보다 유의미하게 UAV이용의도가 높게 나타났다. 또한, 제품안전( $\beta=.219, p<.05$ )이 이용의도에 유의한 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 반면, 1인 가구 여부( $\beta=-.109, p>.05$ ), 개인안전( $\beta=.099, p>.05$ ), 사회안전( $\beta=.144, p>.05$ )은 통계적으로 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 종합적으로 볼 때, UAV 이용의도에는 안전 요인 중 제품안전이 중요한 영향 요인으로 작용하며, 생활환경 요인인 택배습득 거리 또

Table 6. Correlation analysis

	제품안전	개인안전	사회안전	이용의도
제품안전	1			
개인안전	.554***	1		
사회안전	.554***	.542***	1	
이용의도	.380***	.309***	.340***	1

\*\*\* $p<.001$ .

한 유의한 설명력을 가지는 것으로 나타났으며, Table 7에 제시되었다.

#### 4.7 UAV안전이 이용의도에 미치는 영향

UAV 안전 요인과 택배습득까지의 거리(1은 100~500m 이내)의 상호작용 효과를 확인하기 위해 위계적

Table 7. The effect of UAV safety on usage intention

독립변수	$\beta$	$t(p)$
1인 가구 여부 (1: 예)	-0.109	-1.611(0.109)
택배습득까지의 거리 (1: 100-500m사이)	0.158**	2.347(0.02)
제품안전	0.219**	2.35(0.02)
개인안전	0.099	1.13(0.26)
사회안전	0.144	1.671(0.096)
F	9.584***	
R <sup>2</sup> (adj.R <sup>2</sup> )	0.213(0.191)	

\*\*\*  $p < .001$ , \*\*  $p < .01$ , \*  $p < .05$ .

회귀분석을 실시하였다(Table 8). VIF값의 최대값은 제품안전과 1인 가구 여부의 상호작용항으로 3.821로 나타났으나 5보다 낮아 다중공선성문제가 없을 것으로 가정하였다. Durbin-Watson값은 2.033으로 2에 가깝게 나타났다. Model 1의 모형의 설명력은 약 20.2%(adj.R<sup>2</sup>=.184)였다. 구체적으로, 택배습득까지의 거리( $\beta = .246$ ,  $p < .01$ )와 사회안전( $\beta = .155$ ,  $p < .05$ )이 UAV 이용의도에 유의한 정(+)의 영향을 미쳤다. 제품안전( $\beta = .088$ ,  $p > .05$ )과 개인안전( $\beta = .141$ ,  $p > .05$ )은 유의하지 않았다. Model 2의 설명력은 21.3%(adj.R<sup>2</sup>=.191)로 다소 증가하였다. 택배습득 거리( $\beta = .219$ ,  $p < .01$ )와 사회안전( $\beta = .158$ ,  $p < .05$ )이 여전히 유의한 영향을 보였으며, 1인 가구 여부는 유의하지 않았다( $\beta = -.109$ ,  $p > .05$ ). Model 3의 설명력은 24.6%(adj.R<sup>2</sup>=.211)로 가장 높았다. 택배습득 거리( $\beta = .323$ ,  $p < .01$ )와 사회안전( $\beta = .164$ ,  $p < .01$ )이 여전히 유의하게 나타났으며, 개인안전과 1인 가구 여부 상호작용 효과가 유의하게 확인되었다( $\beta = .292$ ,  $p < .05$ ). 이는 1인 가구일 때만 개인안전이 UAV이용의도에 미치는 영향이 유의미함을 의미한다. 반면, 제품안전과 1인 가구 여부의 상호작용항( $\beta = -.229$ ,  $p = .077$ )과 사회안전과 1인 가구 여부의 상호작용항( $\beta = -.103$ ,  $p = .368$ )은 유의

Table 8. The effects of UAV safety and distance to parcel pickup point on UAV usage intention

독립변수	Model 1		Model 2		Model 3	
	$\beta$	$t(p)$	$\beta$	$t(p)$	$\beta$	$t(p)$
택배습득까지의 거리 (1: 100-500m사이)	0.246**	2.675(0.008)	0.219**	2.35(0.02)	0.323**	2.645(0.009)
제품안전	0.088	0.997(0.32)	0.099	1.13(0.26)	-0.077	-0.678(0.499)
개인안전	0.141	1.622(0.107)	0.144	1.671(0.096)	0.245	1.964(0.051)
사회안전	0.155**	2.288(0.023)	0.158**	2.347(0.02)	0.164**	2.455(0.015)
1인 가구 여부 (1: 예)			-0.109	-1.611(0.109)	-0.12	-1.791(0.075)
제품안전* 1인 가구 여부					-0.229	-1.776(0.077)
개인안전* 1인 가구 여부					0.292**	2.501(0.013)
사회안전* 1인 가구 여부					-0.103	-0.902(0.368)
F	11.231***		9.584***		7.098***	
R <sup>2</sup> (adj.R <sup>2</sup> )	0.202(0.184)		0.213(0.191)		0.246(0.211)	

\*  $p < .05$ , \*\*  $p < .01$ , \*\*\*  $p < .001$ .

하지 않았다.

#### 4.8 UAV 안전과 1인 가구 여부가 UAV이용의도에 미치는 영향

UAV 안전 요인과 1인 가구 여부의 상호작용 효과를 확인하기 위해 위계적 회귀분석을 실시하였다 (Table 9). VIF값의 최대값은 사회안전과 1인 가구 여부의 상호작용항으로 2.645로 나타났으나 5보다 낮아 다중공선성문제가 없을 것으로 가정하였다. Durbin-Watson값은 2.013으로 2에 가깝게 나타났다. Model 1의 모형의 설명력은 약 18.9%(adj.R<sup>2</sup>=.170)였다. 1인 가구 여부가 UAV 이용의도에 유의한 정적 영향을 미쳤다( $\beta=.249, p<.01$ ). 즉, 1인 가구일수록 UAV 이용의도가 높게 나타났다. 반면, 제품안전, 개인안전, 사회안전은 통계적으로 유의하지 않았다. Model 2의 모형의 설명력은 21.3%(adj.R<sup>2</sup>=.191)로 증가하였다. 1인 가구 여부( $\beta=.219, p<.05$ )와 함께 택배습득 거리( $\beta=.158, p<.05$ )가 UAV 이용의도에 유의한 영향을 미쳤다. 즉, 택배 수령지가 100~500m 사이일 때 UAV 이용의도가 더 높은 것으로 나타났다. Model 3의 모

형의 설명력은 22.2%(adj.R<sup>2</sup>=.187)로 나타났다. 1인 가구 여부( $\beta=.206, p<.05$ )와 택배습득 거리( $\beta=.155, p<.05$ )가 여전히 유의한 영향을 보였으나, 제품안전과 택배습득 거리, 개인안전과 택배습득 거리, 사회안전과 택배습득 거리의 상호작용항은 모두 유의하지 않았다.

### V. 결론

본 연구는 무인항공기(UAV)기반 라스트마일 물류 운송에서 안전성 요인이 이용의도에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고, 가구 특성의 조절효과를 검증하였다. 주요 연구결과는 다음과 같다.

첫째, UAV 안전성 요인 중 제품안전이 이용의도에 가장 중요한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 Kim et al.(2002), Lin and Park(2017), Bake et al.(2021)의 선행연구와 일치하는 결과로, 운송 중 물품의 손상 방지, 기체의 기술적 신뢰성, 고장 대응 체계의 완성도가 사용자의 서비스 수용에 핵심적인 역할을 한다는 점을 재확인하였다. 특히 Kim(2025)의 연구에서도 제품안전과 사회안전이 인지된 유용성을 통

Table 9. The effects of UAV safety and single-person household status on UAV usage intention

독립변수	Model 1		Model 2		Model 3	
	$\beta$	t(p)	$\beta$	t(p)	$\beta$	t(p)
1인 가구 여부 (1: 예)	0.249**	2.67(0.008)	0.219**	2.35(0.02)	0.206**	1.998(0.047)
제품안전	0.079	0.897(0.371)	0.099	1.13(0.26)	0.063	0.656(0.513)
개인안전	0.144	1.642(0.102)	0.144	1.671(0.096)	0.148	1.566(0.119)
사회안전	-0.104	-1.518(0.131)	-0.109	-1.611(0.109)	-0.101	-1.476(0.142)
택배습득까지의 거리 (1: 100~500m 사이)				2.347(0.02)	0.155**	2.23(0.027)
제품안전*택배 습득까지 거리					0.049	0.495(0.621)
개인안전*택배 습득까지 거리					0.104	0.991(0.323)
사회안전*택배 습득까지 거리					-0.048	-0.445(0.657)
F	10.34***		9.584***		6.224***	
R <sup>2</sup> (adj.R <sup>2</sup> )	0.189(0.17)		0.213(0.191)		0.222(0.187)	

\* p<.05, \*\* p<.01, \*\*\* p<.001.

해 이용의도에 영향을 미친다는 결과와 일치한다. 이는 UAV서비스가 아직 초기 도입 단계에 있는 상황에서 사용자들이 기술적 완성도와 물품 운송의 안전성을 최우선적으로 고려한다는 것을 시사한다.

둘째, 1인 가구 여부의 조절효과가 부분적으로 확인되었다. 특히 개인안전과 1인 가구 여부의 상호작용 효과가 유의하게 나타났는데 이는 1인 가구의 경우에만 개인안전이 UAV 이용의도에 유의미한 영향을 미친다는 것을 의미한다. 이러한 결과는 기존의 유인 택배 시스템에서 1인 가구가 겪을 수 있는 프라이버시 침해나 보안 우려가 UAV 서비스로 전환될 때 더욱 민감하게 작용할 수 있음을 보여준다. 실제로 1인 가구는 배송 과정에서 개인정보 노출, 거주 패턴 파악 등에 대한 우려가 크며(Ki et al., 2014), UAV 시스템의 데이터 처리 과정에서도 이러한 보안 문제를 중요하게 인식하는 것으로 해석된다.

셋째, 택배습득까지의 거리는 안전성 인식과 조절효과가 나타나지 않았지만,  $t=2.23$ ,  $p=0.027$ 로 통계적으로 유의하게 독립적으로 UAV 이용의도에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

특히 100m~500m 범위에서 현재 택배를 수령하는 집단이 다른 거리 집단에 비해 유의미하게 높은 UAV 이용의도를 보였다. 이는 너무 가까운 거리(100m 이내)에서는 기존 시스템의 불편함을 크게 느끼지 못하고, 너무 먼 거리(500m 이상)에서는 UAV 서비스에 대한 접근성 자체에 의구심을 가질 수 있음을 시사한다. 비록 택배습득거리의 조절효과는 통계적으로 유의하지 않았으나, 이러한 결과는 UAV 서비스의 최적 타겟층 설정에 중요한 단서를 제공한다.

본 연구는 다음과 같은 학술적 기여를 한다. 첫째, 기존의 기술수용모델(TAM) 연구가 주로 인지된 유용성과 용이성에 초점을 맞춘 것과 달리, 본 연구는 UAV 물류 서비스의 특성을 반영한 다차원적 안전성 요인을 독립변수로 설정하여 직접효과를 검증하였다. 특히 제품 안전성, 운항 안전성, 개인정보 보호 안전성 등 세분화된 안전성 차원이 사용의도에 미치는 영향을 실증적으로 분석함으로써, 신기술 수용 과정에서 안전성 요인이 핵심적인 선행변수로 작용함을 재확인하였다. 이는 기존 TAM 모델이 상대적으로 간과해왔던 안전성의 중요성을 UAV 물류 서비스라는 혁신적 기술 맥락에서 다시 조명하고, 안전성이 단순한 부가 요인이 아닌 사용의도를 결정하는 핵심 동인임을 실증적으로 확인한

것이다.

둘째, 가구 특성이라는 생활환경 변수의 조절효과를 검증함으로써, UAV 서비스 수용이 단순한 기술적 특성뿐만 아니라 사용자의 생활 맥락에 따라 달라질 수 있음을 밝혔다. 특히 1인 가구와 개인안전의 상호작용 효과는 향후 UAV 서비스 연구에서 세분화된 사용자 집단별 접근이 필요함을 시사한다.

연구결과는 UAV 물류 서비스 제공업체와 정책입안자에게 다음과 같은 실무적 시사점을 제공한다. 첫째, 제품안전을 최우선으로 하는 서비스 설계가 필요하다. UAV 기체의 안정성 확보, 날씨 대응 시스템 구축, 물품 보호 패키징 개발 등 기술적 완성도를 높이는 것이 시장 진입의 핵심 성공요인이 될 것이다. 특히 운송 과정의 실시간 모니터링, 자동 고장 진단 시스템, 비상 착륙 프로토콜 등을 통해 사용자가 체감하는 안전성을 극대화해야 한다.

둘째, 1인 가구를 대상으로 한 마케팅 전략 수립 시 개인안전 강화를 핵심 메시지로 활용해야 한다. 1인 가구의 경우 개인정보 보호, 데이터 암호화, 익명 배송 옵션 등 프라이버시 보호 기능을 강조함으로써 서비스 수용도를 높일 수 있을 것이다. 또한 1인 가구 밀집 지역을 초기 서비스 도입 지역으로 선정하되, 보안 시스템의 우수성을 집중적으로 홍보할 필요가 있다.

셋째, 택배습득까지의 거리를 고려한 전략적 타겟팅이 필요하다. 연구결과에 따르면 100m~500m 거리에서 택배를 수령하는 집단이 UAV 서비스에 가장 높은 관심을 보이는 것으로 나타났다. 따라서 초기 시장 진입 시 이러한 조건을 갖춘 주거단지나 오피스 밀집 지역을 우선 대상으로 선정하는 것이 효과적일 것이다. 특히 중규모 아파트 단지, 다세대 주택 밀집 지역 등이 유망한 타겟 지역이 될 수 있다. 다만 UAV 서비스의 실질적 효용성을 극대화하기 위해서는 잠재 고객층의 택배 수령 거리를 보다 정확하게 측정하고 세분화할 필요가 있다. 지역별, 주거 형태별 택배 수령 거리에 대한 정밀한 데이터 수집과 분석을 통해 서비스 도입의 우선순위를 결정하고, 거리 구간별로 차별화된 마케팅 전략과 서비스 모델을 설계해야 한다. 이를 통해 UAV 물류 서비스가 실제로 소비자의 불편을 해소하고 높은 수용도를 확보할 수 있는 최적의 타겟 시장을 식별할 수 있을 것이다.

연구의 한계점 및 향후 연구방향으로는 본 연구는 UAV 기반 물류 서비스의 수용성을 실증적으로 분석했

다는 의의가 있으나, 다음과 같은 한계점을 지닌다. 첫째, 부산-경남 지역에 국한된 표본으로 인해 연구결과의 일반화에 제약이 있다. 둘째, 실제 UAV 서비스 경험이 없는 상태에서의 가상적 시나리오 기반 응답이라는 점에서 실제 행동과의 차이가 존재할 수 있다. 셋째, 안전성 요인 외에 비용, 배송시간, 소음 등 다른 중요 변수들을 포함하지 못했다.

향후 연구에서는 실제 UAV 시범 서비스 이용자를 대상으로 한 실증연구, 지역별 비교연구, 그리고 종단적 연구를 통해 UAV 서비스 수용의 동태적 변화를 추적할 필요가 있다. 또한 안전성 요인과 다른 서비스 품질 요인 간의 상호작용, 그리고 UAV와 기존 배송 방식 간의 선택 메커니즘에 대한 심층적 분석이 요구된다.

## References

1. Ahn, M., "The impact of service authenticity on customer satisfaction, word of mouth, and reuse intention focusing on airline services," *Journal of the Korean Society of Aviation Management*, 16(1), 2018, pp. 91-105.
2. Al Dosari, K., et al., "Cybersecurity and UAVs: A resilience perspective," *Cybersecurity and UAVs: A Resilience Perspective*, 2025, pp. 1-24.
3. Al Haddad, C., Liyanage, S., Chaniotakis, E., and Antoniou, C., "Factors affecting the adoption and use of urban air mobility," *Transportation Research Part A*, 132, 2020, pp. 696-712.
4. Alqahtani, H., and Kumar, G., "A comprehensive review of generative AI techniques and their impact on cybersecurity," *Soft Computing*, 2025, pp. 1-38.
5. Alwateer, M., Loke, S. W., and Zuchowicz, A. M., "Drone services: Issues in drones for location based services from human drone interaction to information processing," *Journal of Location Based Services*, 13(2), 2019, pp. 94-127.
6. Babetto, L., et al., "Adoption of the urban air mobility system: Analysis of technical, legal and social aspects from a European perspective," *Journal of the Air Transport Research Society*, 1(1), 2023, pp. 152-174.
7. Baek, N. J., Lee, C. H., and Sun, I. S., "Analysis of the impact of transportation service factors on satisfaction in drone delivery," *Journal of Distribution and Logistics*, 8(2), 2021, pp. 31-43.
8. Bansal, H. S., Taylor, S. F., and James, Y. S., "Migrating to new service providers: Toward a unifying framework of consumers' switching behaviors," *Journal of the Academy of Marketing Science*, 33(1), 2005, pp. 96-115.
9. Barbano, M., and Costa, V., "Implementing urban air mobility in a multi level regulatory framework: Perspectives from the EU," *Proceedings of the 2023 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, IEEE, 2023, pp. 895-902.
10. Cardenas, I., et al., "City logistics, urban goods distribution and last mile delivery and collection," *Competition and Regulation in Network Industries*, 12(1-2), 2017, pp. 1-31.
11. Cho, S. H., and Kang, H. S., "Analysis of the structural relationship between delivery app users' self efficacy, enjoyment, and social image on continuous use intention after COVID 19 focusing on the mediating effect of perceived value," *Hotel & Resort Research*, 24(2), 2025, pp. 527-549.
12. Choi, T. M., "Innovative bring service near your home operations under coronavirus (COVID 19 SARS CoV 2) outbreak can logistics become the messiah," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 140, 2020, p. 101961.
13. Choi, T. M., et al., "OR and analytics for digital, resilient, and sustainable manufacturing 4.0," *Annals of Operations Research*,

- 310(1), 2022, pp. 1-6.
14. Chowdhury, A., and Lipsett, M. G., "Modeling operational risk to improve reliability of unmanned aerial vehicles," *Proceedings of the IEEE International Conference on Prognostics and Health Management (ICPHM)*, 2023, pp. 253-264.
  15. Deaton, A., and Muellerbauer, J., "An almost ideal demand system," *The American Economic Review*, 70(3), 1980, pp. 312-326.
  16. Elmeseiry, N., Alshaer, N., and Ismail, T., "A detailed survey and future directions of unmanned aerial vehicles (UAVs) with potential applications," *Aerospace*, 8(12), 2021, pp. 1-29.
  17. Fernandez, R. A. S., et al., "Natural user interfaces for human drone multimodal interaction," *Proceedings of the International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, 2016, pp. 1013-1022.
  18. Fotouhi, A., et al., "Survey on UAV cellular communications practical aspects, standardization advancements, regulation, and security challenges," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 21(4), 2019, pp. 3417-3442.
  19. Goyal, R., et al., "Urban air mobility (UAM) market study," *NASA Technical Report HQ E DAA TN65181*, 2018.
  20. Hong, H. C., et al., "The synergistic impact of nonalcoholic fatty liver disease and metabolic syndrome on subclinical atherosclerosis," *Clinical Endocrinology*, 84(2), 2016, pp. 203-209.
  21. Jang, J. H., "A study on single-person households and crime occurrence: Focusing on panel data from 25 autonomous districts in Seoul," *Seoul Urban Research*, 19(4), 2018, pp. 87-110.
  22. Jang, J. H., and Kim, Y. J., "Research on the lives of women in single-person households in Seoul: 2030 living conditions and policy support plans," *Seoul Women's and Family Foundation Research Project Report*, 2016, pp. 1-226.
  23. Jeong, J. Y., and Jang, K. G., "A study on the usability evaluation of laundry O2O services that reflect the lifestyle patterns of single-person households: Focusing on Laundrygo and Laundry Commandos," *Journal of Basic Art and Fine Arts*, 22(5), 2021, pp. 469-480.
  24. Jeong, J. H., and Shin, J. I., "The impact of logistics service quality of dawn delivery on customer satisfaction: The moderating effect of eco-friendly attitudes," *Journal of the Korean Society for Computer and Information Technology*, 25(10), 2020, pp. 241-248.
  25. Kang, E. T., Kang, J. G., and Ma, K. R., "A study on the subjective life satisfaction of single-person households: Focusing on unmarried and married one-person households," *Social Science Research*, 27(1), 2016, pp. 3-23.
  26. Kaoy, N. A., Lesmini, L., and Budiman, T., "Customers' acceptance in using unmanned aerial vehicles (UAV) delivery service," *Advances in Transportation and Logistics Research*, 3, 2020, pp. 629-634.
  27. Kapser, S., and Abdelrahman, M., "Acceptance of autonomous delivery vehicles for last-mile delivery in Germany: Extending UTAUT2 with risk perceptions," *Transportation Research*, 11, 2020, pp. 210-225.
  28. Kim, D. Y., "The effect of HMR selection attributes on customer satisfaction and repurchase intention according to family type: Focusing on customers using large-format marts," 2019.
  29. Kim, E. B., "The impact of safety factors on the intention to use drone-based UAM last-mile delivery: Focusing on the TAM model," 21(3), 2025, pp. 197-216.

30. Kim, J. U., Lee, S. K., and Choi, J. H., "A study on the measurement of courier service quality," *Journal of Business Administration*, 31(2), 2002, pp. 283-294.
31. Kim, J. H., Ko, J. Y., and Lee, G. H., "Social engineering attack techniques and countermeasures using big data based converged voice phishing," *Journal of the Korean Society for Convergence*, 6(1), 2015, pp. 85-91.
32. Kim, Y. O., "The advent of the single person household era: Characteristics and living conditions," *Korean Journal of Family Welfare*, 52, 2016, pp. 139-166.
33. Knobloch, M., and Schaarschmidt, M., "What impedes consumers' delivery drone service adoption? A risk perspective," *Arb. Fachbereich Inform.*, 2020, pp. 1-18.
34. Komarová, S., Tesař, J., and Soukup, P., "Perception of drone related risks in Czech society," *Technology in Society*, 61, 2020, pp. 101252.
35. Kornatowski, P. M., et al., "Last centimeter personal drone delivery: Field deployment and user interaction," *IEEE Robotics and Automation Letters*, 3(4), 2018, pp. 3813-3820.
36. Kuru, K., et al., "Analysis and optimization of unmanned aerial vehicle swarms in logistics: An intelligent delivery platform," *IEEE Access*, 7, 2019, pp. 15804-15831.
37. Kwon, Y. S., and Lee, W. H., "A study on the characteristics and consumption patterns of one person households," *Korean Journal of Regional Economics*, 19(1), 2021, pp. 51-78.
38. Laghari, A. A., et al., "Unmanned aerial vehicles: A review," *Cognitive Robotics*, 3, 2023, pp. 8-22.
39. Lee, H. S., and Kwak, M. J., "Characteristics of consumers' use of courier services and consumer satisfaction," *Consumer Studies*, 45(3), 2014, pp. 157-182.
40. Lee, N. J., "The effects of personal, environmental and perceived attributes on the intention of using smartphone," *Korea Research Academy of Distribution and Management Review*, 15(4), 2011, pp. 55-66.
41. Li, Haoyang, and Kharchenko, Volodymyr. "Optimizing supply chain operations with unmanned aerial vehicles." *International Workshop on Advances in Civil Aviation Systems Development*, Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 339-350.
42. Lin, Li Min, and Park, Hyun Jung. "The relationship between drone delivery service quality, consumer attitude and use intention." *e-Business Studies*, 18(4), 2017, pp. 153-166.
43. Mangiaracina, Riccardo, et al. "Innovative solutions to increase last-mile delivery efficiency in B2C e-commerce: A literature review." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 49(9), 2019, pp. 901-920.
44. Manning, Gert, Stojanová, Hana, and Sopha, Wolfram. "Human resource competencies in the automotive Industry 4.0: Results of a systematic literature review." *International Journal of Environment, Workplace and Employment*, 9(5), 2025, pp. 1-19.
45. Slabinac, Masa. "Innovative solutions for a last-mile delivery: A European experience." *Business Logistics in Modern Management*, 2015, pp. 111-129.
46. McKinley, Finnegan A., et al. "Innovation in the last mile: Exploring factors influencing consumer intention to use in-home logistics services." *Journal of Business Logistics*, 46(4), 2025, e70034.
47. Jacyna, M. "The role of the cargo consolidation center in urban logistics system." *International Journal of Sustain-*

- able Development and Planning, 8(1), 2013, pp. 100-113.
48. Moradi, Nima, Wang, Chun, and Mafakheri, Fereshteh. "Urban air mobility for last-mile transportation: A review." *Vehicles*, 6(3), 2024, pp. 1383-1414.
  49. Motlagh, Naser Hossein, Taleb, Tarik, and Arouk, Osama. "Low-altitude unmanned aerial vehicles-based Internet of Things services: Comprehensive survey and future perspectives." *IEEE Internet of Things Journal*, 3(6), 2016, pp. 899-922.
  50. Nguyen, Giang, et al. "Machine learning and deep learning frameworks and libraries for large-scale data mining: A survey." *Artificial Intelligence Review*, 52(1), 2019, pp. 77-124.
  51. Oksman, Virpi, and Kulju, Minna. "Towards sustainable mobility: Public acceptance of automated last-mile deliveries." *International Conference on Human-Computer Interaction*, Springer Nature Switzerland, 2024, pp. 257-266.
  52. Oksman, Virpi, Kulju, Minna, and Kramar, Vadim. "Exploring the factors influencing public acceptance and intention to use automated drone delivery systems: A trust theory approach." *2024 AIAA DATC/IEEE 43rd Digital Avionics Systems Conference (DASC)*, IEEE, 2024, pp. 1-9.
  53. Park, Joon Young. "Analysis of the distribution status of young single-person households in Seoul and the characteristics of each type of dense area." *Doctoral dissertation*, Seoul National University Graduate School, 2021.
  54. Peng, Yuxiang, Chen, Chuchu, and Huang, Guoquan. "Title not specified." *2024 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA)*, 2024, pp. 17954-17960.
  55. Pollak, Robert A., and Wales, Terence J. "Demographic variables in demand analysis." *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1981, pp. 1533-1551.
  56. Rajendran, S., and Srinivas, S., "Air taxi service for urban mobility: A critical review of recent developments, future challenges and opportunities," *Transportation Research Part E*, 143, 2020, pp. 102090.
  57. Reiche, C., et al., "Urban air mobility market study," 2018.
  58. Samawi, G. A., et al., "Industry 4.0 and Jordanian pharmaceuticals: Systematic literature review of efficiency and sustainability," *Integrating Big Data and IoT for Enhanced Decision-Making Systems in Business*, Vol. 1, 2025, pp. 45-53.
  59. Sawadsitang, S., et al., "Joint ground and aerial package delivery services: A stochastic optimization approach," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 20(6), 2018, pp. 2241-2254.
  60. Shaheen, S., Cohen, A., and Jaffee, M., "Innovative Mobility: Carsharing Outlook," UC Berkeley, 2018.
  61. Shafik, W., "Exploring the potential of Internet of Things (IoT) and challenges in enabling circular economy practices in smart cities," *Smart Cities and Circular Economy*, Emerald Publishing Limited, 2024, pp. 125-138.
  62. Sindiramutty, S. R., et al., "Industry 4.0: Future trends and research directions," *Convergence of Industry 4.0 and Supply Chain Sustainability*, 2024, pp. 342-405.
  63. Straubinger, A., et al., "An overview of current research and developments in urban air mobility: Setting the scene for UAM introduction," *Journal of Air Transport Management*, 87, 2020, pp. 101852.
  64. Tan, H., et al., "Global evolution of research on green energy and environmental technologies: A bibliometric study," *Journal of Environmental Management*, 297, 2021,

- pp. 113382.
65. Thipphavong, D. P., et al., "Urban air mobility airspace integration concepts and considerations," 2018 Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, 2018, pp. 3676.
  66. Tsach, S., Tatievsky, A., and London, L., "Unmanned aerial vehicles," Encyclopedia of Aerospace Engineering, 2010.
  67. Vascik, P. D., Hansman, R. J., and Dunn, N. S., "Analysis of urban air mobility operational constraints," *Journal of Air Transportation*, 26(4), 2018, pp. 133-146.
  68. Wang, L. S., and Noh, J. H., "A comparative study of intentional factors for the use of drone delivery services," *International Business*, 37(2), 2022, pp. 191-207.
  69. Wilnio, W., et al., "Measuring the impact of perceived risk and trust on the acceptance of IoT technology," Proceedings of the International Conference on Digital Business and Technology Management, 2024, pp. 1-6.
  70. Won, J. H., and Jung, J. E., "Segmentation of single-person households and purchasing behavior according to consumption value: Focusing on Sheth's theory of consumption value," *Consumer Research*, 26(1), 2015, pp. 73-99.
  71. Wu, D., et al., "Language prompt for autonomous driving," Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 39(8), 2025, pp. 8359-8367.
  72. Yedavalli, P., and Mooberry, J., "An assessment of public perception of urban air mobility (UAM)," *Airbus UTM: Defining Future Skies*, 2019, pp. 1-28.
  73. Yoo, K. S., Kim, W. H., and Kim, Y. B., "Seoul's expansion and support plan for life logistics service facilities: Focusing on courier service," *Seoul Research Institute Policy Research Report*, 2023, pp. 1-152.