

무인기 정책환경과 무인기 산업의 구조 변화

장태진^{1,†}

¹한국항공우주연구원 정책총괄팀

Regulatory environment and structural change of UAV industry

Taejin Chang^{1,†}

¹policy coordination team, Korea Aerospace Research Institute

Abstract : The UAV industry grows rapidly and the civil UAV market which preparing the commercial services is expected to accelerate the growth. The new opportunities from the technological progress and deregulation show two kinds of organizational structure in the UAV industry. The companies from the traditional aircraft industry and the other sectors like IT industry have different organizational structures of the value chains, supply chains and the regulatory policies which related with them. And from the isomorphism theory it is predicted that those structures will change and converge to certain similar homogeneous features as the UAV industry matures. The matured form will be resulted by the new regulatory policies about the airspace, certifications and the operation rules about the UAV and the future market size and growth speed are also affected by them.

Key Words : Civil UAV, industry structure, isomorphism, regulatory policy

1. 서 론

원거리에 있는 조종사가 조종하거나 혹은 자동으로 조종되는 무인항공기는 정보통신기술의 발전에 따라 그 활용범위가 확대되어왔으며, 현재 취미용 무인기에서부터 무인 전투기에 이르기까지 다양한 분야에서 활용되고 있다. 세계 항공산업 분야에 대한 전망치를 발표하고 있는 Forecast International은 2014년에 2014년부터 2023년까지 10년간 약 390억 달러(17,443대) 규모로 무인기가 생산될 것으로 전망하였으며, Teal Group은 동기간에 약 541억 달러(35,727대) 규모의 무인기가 생산될 것으로 전망하였다[1, 2]. 과거 정찰 및 지상공격 등 일부 군사적 목적으로 활용

되었던 무인기가 항공촬영 등으로 일반대중에게 익숙해졌으나 아직 무인기 시장은 전체 항공산업 규모와 비교하면 미미한 수준에 머무르고 있다. 그러나 연평균 7~10%에 이르는 높은 성장률로 차세대 산업으로 주목받고 있으며, 최근 Amazon, DHL 등의 무인기를 이용한 택배 서비스 시도 등으로 상업적 활용 영역이 제시됨에 따라 민간 무인기 시장에 대한 대중의 기대가 고조되고 있다.

무인기 분야에 대한 세계적인 관심으로 국내에서도 미래부, 산업부 등의 정부 각 부처에서도 무인기 산업 육성을 위한 정책수립에 나서고 있으며, 삼성, 한화 등의 비 항공분야 기업들도 신규로 민간용 무인기 분야에 참여하고 있다.

위 사례와 같이 현재 무인기 산업 분야는 기존의 항공산업 분야에 속한 업체들과 타 산업분야에서 진입하는 업체들이 공존하게 되었으며, 이들 간의 경계는 영역 구분, 감항 증명 등과 같은 정부의 규제에 의해 구

분되어 유지되고 있다. 그러나 이러한 경계가 기술적 발전 또는 규제완화 등에 의해 제거될 경우 항공산업, IT산업 등과 같은 서로 다른 산업구조에 기반한 제품이 동일 시장에서 경쟁하게 될 것이며, 이러한 경쟁과 환경에 대한 적응의 결과 기존과는 다른 새로운 산업구조가 형성될 수 있을 것이다.

본 논문에서는 동형화 이론에 근거하여, 양 산업계에 서 태동된 무인기 산업구조의 변화 방향을 가늠하는 한편, 이러한 변화의 저해요인과 정책적 함의에 대해 논하고자 한다.

2. 무인항공기 산업과 민간 소비시장

2.1 무인기의 구분과 민간 무인기 시장

무인기는 일반적으로 크기와 고도, 비행시간 등에 따라 Table 1과 같이 분류하고 있으며, 그 외에 수직이착륙(VTOL) 무인기와 무인전투기(UCAV) 등의 분류도 존재한다.[3] 그리고 무인기의 비행안전과 관련된 이슈로서 운항 관련 규제에서는 무인항공기의 운항 고도와 무게에 대하여 구분하고 있으며, 무인기의 대형화와 고성능화에 따라 향후 무인기와 유인기의 공역 통합 등 무인기에 대한 규제에 대하여 세계적인 논의가 이루어지고 있다.

그러나 현재 주목을 받고 있는 택배용 무인기와 같은 상업용 무인기들은 대부분 소형의 저고도 무인기로서 아직 구체적인 규제 방향이 확립되지 않은 상황으로서 Table 2에서와 같이 미국의 경우 25kg 미만의 무인기에 대하여 규제안을 제시하고 있는 상황이며, 유럽도 150kg 미만의 무인기는 EASA가 아니라 각국의 감항당국이 규제를 하도록 하고 있다. 그리고 각국에서 아직 소형 무인기에 대하여 규제 방침을 정하지 못하는 것처럼 시장분석 기관에서도 민간용 소형무인기에 대하여 명확한 시장정의를 내리지 못하고 있다.

서론에서 인용한 Forecast International의 경우, 민간용 무인기 시장에 대하여 향후 10년간 미국의 경찰 및 국경순찰용으로 62대의 무인기가 생산되는 것만을 제시하고 있는 반면, Teal은 mini/small UAV를 중심으로 약 54억 달러(32,089대)가 생산될 것으로 전망하는 등 큰 차이를 보이고 있는데, Teal의 경우도 전

통적인 항공산업 업계만을 다루고 있어 근래에 주목받고 있는 3D Robotics, Parrot, DJI와 같은 신규진입 업체를 중심으로 형성되고 있는 항공촬영 및 여가용 무인기에 대한 접근은 이루어지지 않고 있다[1, 2].

가장 성공적인 무인기 신규업체로 간주되고 있는 DJI의 경우 2009년 설립이후 매년 3~5배 성장하여 2013년까지 약 1.3억 달러의 매출을 올린 것으로 추정되며, Parrot의 경우도 2013년 약 4,200만 유로의 매출을 올린 것으로 발표된 바 있다.[4, 5]

Teal 추정된 mini/small UAV 시장 매출이 2014년에 약 2,700만 달러인 것과 비교하면, 민간 mini/small 이하의 UAV시장은 기존의 항공 산업계에서 추정하는 것보다 빠르게 성장하고 있는 반면, 기존의 항공업계에서는 이에 대해 충분히 대응하지 못하고 있는 것으로 판단된다.

2.2 민간용 무인기 분야의 산업구조

항공산업 분야는 극한 환경에서의 신뢰도 및 운항안전성 확보 등의 이유로 항공기의 설계, 생산 그리고 운용까지 모두 엄격한 규제 하에서 이루어지고 있으며, 항공기 제작업체도 원재료부터 이후 유지 보수에 이르기까지 철저한 관리가 이루어지고 있어 산업내 공급사슬 전반에 대하여 타 산업분야와는 차별되는 생태계를 형성하고 있다. 그리고 항공기 제작사 및 기존 연구기관에서 제작하는 무인기 역시 이와 같은 항공산업 분야의 전통을 따르고 있다.

Table 1 UAV Classification of Categories wise

| Category | Weight (kg) | Operating Altitude (ft, AGL [†]) | Radius of Mission (km) | Endurance |
|----------------|-------------|--|------------------------|-------------|
| MICRO | <2 | ~200 | 5 | a few hours |
| MINI | 2-20 | ~3,000 | 25 | ~2 days |
| SMALL | 20-150 | ~5,000 | 50 | ~2 days |
| Tactical | 150-600 | ~10,000 | 200 | ~2 days |
| MALE* | >600 | ~45,000 | BLOS [‡] | days /weeks |
| HALE** | >600 | ~65,000 | | days /weeks |
| STRIKE /COMBAT | >600 | ~65,000 | | days /weeks |

*High Altitude Long Endurance,

**Medium Altitude Long Endurance

† Above Ground Level, ‡ Beyond line on sight,

반면에 IT업계 등과 관련된 신규진입 업체에서 개발하여 항공촬영, 취미 등 일반 대중시장에서 빠르게 확산되고 있는 무인기들은 현재 규제 대상에서 벗어나 있는 Micro 또는 Mini UAV들이 대부분이며, 이러한 기업들은 무인기의 형태와 성능, 용도뿐만 아니라 주요 사용처 및 부품 구매 사슬 등의 산업구조에 있어서도 큰 차이를 보이고 있다. 이를 정리하면 Table 3과 같이 나타낼 수 있다.

항공기를 제작하는데 관련된 소재 및 부품의 수급 등과 관련된 공급사슬의 관점에서 비교해 보면, 전통적인 항공산업계에서는 항공기용 성능조건을 기준으로 생산하는 업계 내부의 업체로부터 소재와 부품을 공급받아 제작하기에 제한된 공급처를 갖고 있는 반면에 신규 진입업체의 경우 성능필요조건에 따라 일반 소재 및 V-DSLR이나 action cam과 같은 범용 부품을 활용하는 등 목표 성능에 적합한 수준에서 소재 및 부품 공급을 결정하여, 상대적으로 유연하고 개방된 공급사슬을 구성하고 있다.

Table 2 Civil UAV regulations[6]

| Country | Airworthiness | | Operating Permission | remarks |
|---------|---------------|---------|----------------------|------------------|
| USA | <25 kg | 불필요 | 주간/육안범위 속도/고도제한 | 대형기로 순차적으로 확대 |
| | >25 kg | 논의중 | 논의중 | |
| EU EASA | >150 kg | 필요 | 필요 | 각국별로 |
| Canada | <2 kg | 면제 | 면제 | >25kg, SFOC인증 고도 |
| | 2~25 kg | 일부면제 | 일부면제 | |
| R.O.K. | <12 kg | 비사업용 면제 | - | >150m 허가 필요 |
| | 12~150 kg | 필요 | 필요 | |

Table 3 Civil UAV industry's characteristics of different mother industries

| 모산업 | 공급사슬 구성 | 주요 세부시장 | 주요 소비자 |
|-------------|---------------------|-------------|-----------|
| 항공산업 | 폐쇄적 (전통적 항공산업) | Micro ~Hale | 공공기관 및 기업 |
| 외부산업 (IT 등) | 개방적 (범용 소재 및 부품 채용) | Micro /mini | 일반대중 |

이러한 차이는 무인기의 형태 및 주요 소비자 계층과도 밀접한 관계를 갖고 있어, 전자의 경우 고급소재와 고성능 부품을 활용하여 상대적으로 고가의 고성능 무인기가 되어 공공기관 및 기업 등을 대상으로 상대적으로 대형인 고성능 기종을 제작하고 있으며, 후자의 경우 상대적으로 높은 가격경쟁력을 갖고 일반대중의 레저 및 상업용 영상촬영 용도로 제작되었다.

이와 같이 민간용 무인기 분야는 서로 별개의 산업구조를 가지고 서로 구분된 시장을 형성하고 있으나, 이러한 차이는 기술의 발전과 무인기 성능 향상 등에 따라 mini/small UAV 시장의 경계를 시작으로 그 구분이 약화될 것으로 예상된다.

3. 시장 융합과 동형화

3.1 산업 융합과 동형화

신제도경제학적 관점에서는 살펴보면, 시장에 존재하는 서비스나 상품 및 그와 관련된 제도 등에는 그 이면에 존재하는 산업 구조, 시장 구조 및 규제 환경 등과 같은 조직 구조가 배태되어 있으며, 시장에서 이루어지는 상품 및 서비스의 경쟁은 그 이면에 그들을 생산/제공하는 조직구조 간의 경쟁을 대리한다고 볼 수 있다. 조직생태학에서는 산업 구조가 이러한 경쟁의 결과 또는 강력한 규제 환경 등의 결과로 주어진 환경에 적합한 조직 구조가 선택되어 산업구조를 형성한다고 보고 있다.

조직이론에서는 동질적 환경(homogeneous environment) 아래에서 공급자, 소비자, 규제기관 및 연관된 경쟁자들을 포함한 조직부문이 동형화(isomorphism)를 통하여 서로 동질적인 구조를 갖게 된다고 보고 있으며, 경의 결과로 나타나는 경쟁적 동형화와 강압적 동형화, 모방적 동형화 그리고 규범적 동형화를 포함하는 제도적 동형화고 구분하였다. 강압적 동형화는 관련된 규제적인 환경에 의해 이루어지는 동형화이며, 모방적 동형화는 미래의 불확실성을 우월한 경쟁상대를 참고함으로써 이루어지고, 규범적 동형화는 조직을 구성하는 인적자원간의 동질성으로 인하여 발생하는 동형화이다[7].

이러한 동형화는 서로 상호배타적인 것이 아니라 동시에 나타날 수 있는 현상으로서 시장 경쟁과정에서

경쟁적 동형화와 모방적 동형화는 함께 나타나는 것이 일반적인데, 규제완화, 기술발전 등으로 인하여 시장융합과 산업융합이 발생하는 경우를 동형화 이론의 관점에서 살펴보면, 서로 다른 환경에서 독자적인 조직구조를 형성하였던 산업이 동일한 시장에서 경쟁하고, 동일한 환경에 처해지게 됨으로써 서로 동형화의 과정을 거치게 될 것으로 예측할 수 있다.

3.2 민간용 무인기 분야의 산업구조 변화

민간용 무인기 시장은 공공 및 기업 등을 대상으로 하는 기존의 항공산업 업체와 일반대중을 대상으로 한 신규진입 업체로 양분되어 있는 상황이며, 세부적으로 기체 크기와 형태, 공급사슬의 구성 그리고 정부의 규제 정책 등에서 차이를 보이고 있다.

현재 민간용 무인기 시장은 공공 및 기업 시장과 일반대중 시장으로 분리되어 있으나, Fig. 1에서와 같이 기술의 발전과 신규 서비스 영역의 등장은 이러한 구분을 약화시키고 두 집단 간의 직접적인 경쟁을 가져올 수 있을 것으로 예상된다. 기술 발전에 따라 소형 무인항공기의 성능이 향상되고 용처가 확대됨에 따라 신규진입 기업들의 시장이 일반 대중시장뿐만 아니라 보다 전문적인 영역으로 확대될 수 있으며, 급격히 성장하는 일반대중 시장에 대하여 기존의 항공업계 역시 제작 및 운용유지비의 절감 등을 통한 진입을 고려할 필요가 있다. 그리고 택배서비스와 인명구조 등 새로운 서비스 영역의 등장은 양 진영 모두에게 새로운 시장 기회 및 경쟁 환경을 부여한다. 따라서 향후 민간용 Mini/small UAV와 같은 분야에서 인접시장으로의 진입이나 신규 서비스 분야의 성장으로 인하여 기존 항공산업기반 무인기 업체와 신규 진입업체 간의 경쟁과 동형화가 진행될 것으로 예상된다.

새로운 환경에서 경쟁우위 확보와 생존을 위하여 경쟁적 동형화와 모방적 동형화가 진행된다고 가정할 경우 기존 업체는 경우 공급사슬 다변화, 일반 산업용 또는 소비재용 소재 및 부품의 채택 등으로 경쟁력을 확보하여 일반 대중시장으로 진출할 수 있을 것이며, 신규 진입업체의 경우 지속적인 신뢰도 확보와 기술수준 향상을 통하여 공공수요와 같은 보다 전문적인 분야에도 기존의 소재 및 부품을 활용하는 등 시장을 확대할 수도 있을 것이다.

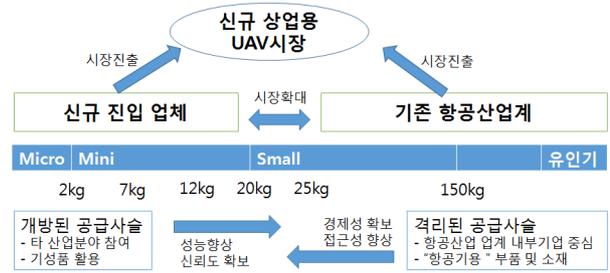


Fig. 1 Competition between industrial organizations of civil UAV

3.3 무인기 규제와 산업융합

민간용 무인기 분야의 성장과 활성화는 ICAO 등의 국제기구와 FAA, EASA 등의 감항당국에 의해 결정되는 무인기 관련 운용 규범에 따라 그 변화 속도와 범위가 영향을 받을 것으로 예상되고 있으며, 현재 진행 중인 무인기의 유인기 공역 진입 및 무인기의 상업적 이용과 관련된 비행규제 등에 따라 민간용 무인기 분야의 성장방향이 영향을 받을 것으로 예상된다.

유인기의 공역에 진입할 수 있는 대형/고성능 무인기로 인해 제기되는 유인기/무인기 간의 공역을 통합문제는 무인기에게 유인기 수준의 기술적 요구조건, 운용요령 등을 요구하고 있으며, 이러한 상황은 무인기 분야도 기존의 항공산업 내부의 공급사슬 구조에 예측되도록 하고 있다. 반면에 실질적으로 규제가 이루어지지 않고 있던 Mini UAV 이하의 영역에서는 비 항공산업 분야로 부터의 시장 진입이 이루어져 무인기의 형태, 소재 그리고 탑재장비에 이르기까지 다양한 시도가 활발하게 이루어져 왔으며, 무인기의 상업적 활용을 위해 규제 완화범위의 확대를 요구하고 있다.

현재 무인기의 상업적 활용과 관련하여 Table 2에서와 같이 FAA는 무인기 활25 kg이하의 상업용 무인기에 대하여 2015년 2월에 고도 및 비행반경, 속도에 대한 제한과 함께 조종사가 육안 관측을 통한 조종을 하도록 하는 등의 규제안을 발표하였으나, 산업계에서는 산업 활성화를 위하여 무인기의 중량 제한, 비행 및 조종방식 등에 대한 규제를 더욱 완화하기를 요구하고 있다.

Figure 1.에서는 UAV 분야에서 기존 항공산업계의 산업구조와 신규진입 기업들에 주로 점유하고 있는 세부시장들과 향후 경쟁방향을 표현하였는데, 규제완화

의 범위가 확대될수록 신규 진입기업들이 활동할 수 있는 범위 또한 확대될 것으로 예상된다. 이는 기존 항공산업계의 변화를 촉진 할 것으로 예상되며, 무인기 시장을 중심으로 공급사슬의 외부 확대 등 산업구조의 변화가 진행될 것이라 예측할 수 있다. 반대로 Mini UAV에 대한 감항증명이 요구되는 등 규제가 더욱 강화될 경우 신규업체의 입지는 축소될 것이며, 신규 업체들 역시 기존의 항공산업 구조를 답습하게 되어 항공산업 분야의 구조적 변화는 축소되고 지연될 것으로 예상된다.

4. 결론

항공산업 분야는 높은 안전 및 성능요구조건으로 인하여 설계, 제작 및 운용까지 정부의 강력한 규제 아래에서 이루어지고 있으며, 이를 위해 항공산업분야 내부에서 소재에서 부품에 이르기까지 타 산업분야와 격리된 공급사슬이 형성되어왔다. 그리고 근래에 급성장하고 있는 무인기 분야도 항공산업 내부의 공급사슬을 바탕으로 공급사슬이 형성되어 왔으나, 정부의 규제가 미미한 민간용 micro 및 mini UAV 분야에 IT산업을 비롯한 타 산업분야로 부터의 진출이 활성화됨에 따라 새로운 형태의 공급사슬이 항공산업 분야에도 등장하게 되었다.

현재 양 공급사슬 구조들은 각각 서로 다른 세부시장을 중심으로 형성되어 있으나 향후 무인기 활용 관련 규제 정책의 변화에 따라 세부시장 간의 융합이 발생할 가능성이 높으며, 동형화 이론의 관점에서는 동일한 민간용 무인항공기 시장에 존재하는 두 가지 조직 형태가 서로 모방과 경쟁과정을 통하여 동일한 형태로 수렴될 것이라 가정할 수 있다. 그리고 규제 정책의 향방에 따라, 가격 경쟁력과 대중성 확보를 위해서 소재 및 부품 부문에서 공급사슬이 일반 산업계로 확대되거나 반대로 안전성과 신뢰도 확보를 위하여 신규 진입 기업의 경우도 기존의 항공산업 내부로 공급사슬이 제한되는 결과가 도출될 수도 있다.

그러나 기술발전예 따른 무인기 활용도 증가와 수요

증가 및 경쟁심화와 같은 환경변화는 지속될 것으로 판단되며, 장기적으로 타산업분야의 항공산업으로의 진출과 항공산업의 구조변화 역시 지속적으로 진행될 것으로 예상된다.

참고 문헌

- [1] Forecast International, *Unmanned Vehicles Forecast-Airborne Systems*, Forecast International, Oct. 2014.
- [2] S.J. Zaloga, D. Rockwell, P. Finnegan, *World Unmanned Aerial Vehicle Systems*, 2014 Ed., Teal Group Corporation, Fairfax, 2014.
- [3] S. G. Gupta, M. M. Ghonge and P. .M. Jawandhiya, "Review of Unmanned Aircraft System (UAS)," *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technolgy*, vol. 2, Issue 4, pp. 1646-1658, April. 2013.
- [4] "A Hot Seller in a Hot Market: Meet the World's Most Successful Seller of Drones," *Forbes*, Jan.21.2015.
(<http://www.forbes.com/sites/tomduening/2015/01/21/a-hot-seller-in-a-hot-market-meet-the-worlds-most-successful-seller-of-drones/>, 2015.4.8.확인)
- [5] "Data on The Consumer Drone Market-The Infovore's Dilemma", *Milesgimshaw*, June.29.2014.
(<http://milesgrimshaw.com/data-drone-market/>, 2015.4.8. 확인)
- [6] 한국항공우주연구원, "세계의 민간 무인항공기시스템(UAS)관련 규제 현황," *Aviation Issue No.1*, April. 2015.
- [7] Paul J. DiMaggio, Walter W. Powell, "The Iron Cage Revisited: Intituytional Isomorphism and Collective Rationality in Organizational Fields," *American Sociological Review No.48* pp.147-160, 1983.

저 자 소 개



장 태 진

2000년 KAIST 항공우주공학과 졸업.
2002년 동 대학원 석사. 2005년 서울대
학교 기술정책전공 박사 수료. 2007년~
현재 한국항공우주연구원 정책총괄팀
근무. 관심분야는 항공산업 분야 분석
및 산업융합, 미래전망.