

무인기 ICT 기술 개발 동향

왕기철 이병선* 안재영**

한국전자통신연구원 선임연구원

한국전자통신연구원 그룹장 *

한국전자통신연구원 본부장 **

I. 서론

무인기 시스템은 원거리에서 운영자가 무인 비행체를 무선으로 조종하거나 무인 비행체가 자율적으로 공역을 운항하는 데 필요한 시스템을 통칭한다. 무인기 시스템은 주로 군에서 정찰이나 감시, 관심지역 촬영, 표적 타격 등을 위해 제작되어 운영되어 왔다. 최근에는 무인기 시스템에 대한 다양한 민간의 수요가 발생함에 따라 다양한 종류의 무인기 시스템들이 출시되고 있으며 실제로 다양한 영역에서 이용되고 있다. 무인기 시스템의 민간 응용으로는 무인기 택배, 통신 서비스 영역 확장, 재해 대처 및 감시, 개인형 안전 도우미, 지능형 교통시스템 구축, 항공촬영 등이 있다. 이러한 무인기 시스템은 기존에 이용되고 있는 다양한 ICT 기술을 채용함으로써 앞서 언급한 다양한 응용들을 실현 가능하게 한다. 본 고에서는 먼저 무인기 시스템의 개요를 소개하고, 무인기 시장의 국내외 변화 추이를 살펴본다. 또한, 이러한 무인기 시장의 변화 추이에 맞추어 개발되고 있는 다양한 무인기 ICT 기술들을 살펴보고, 해당 기술들의 국내 수준을 세계 수준과 비교하여 격차를 살펴 본다. 마지막으로, 본 고에서 소개한 무인기 ICT 기술들을 세계적 수준으로 발전시키기 위한 향후 과제들을 제시한다.

II. 무인기 시스템 개요

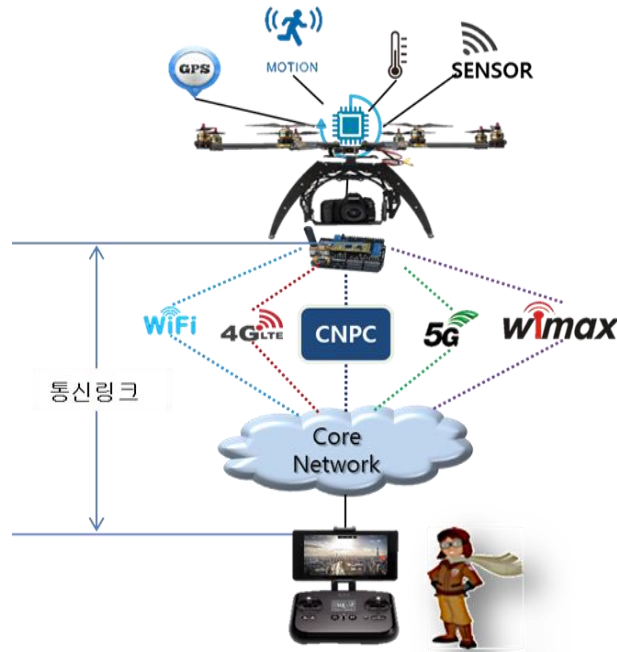
1. 무인기 시스템 구성

무인기 시스템은 무인기 자체와 무인기를 원격지에서 조종하는 컨트롤러 혹은 지상통제

* 본 내용은 왕기철 선임(☎ 042-860-1377, gcwang@etri.re.kr)에게 문의하시기 바랍니다.

** 본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음(R0126-18-1005, 고신뢰성 다중 무인이동체 통신 및 보안 SW 기술 개발)

***본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 ITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.



<자료> ETRI 자체 작성

[그림 1] 무인기 시스템의 구성

소 그리고 무인기와 지상통제소를 연결시켜 명령이나 상태, 위치, 자세 정보 등을 교환하게 해주는 통신 링크로 구성된다. 무인기 시스템의 통신 링크는 무인기와 지상통제소 혹은 컨트롤러를 직접 연결하는 직접 링크와 LTE, WiFi, WiBro, 5G 와 같은 고속의 통신 네트워크로 연결하여 다수의 무인기를 제어하도록 하는 네트워크형 링크로 구분된다[8]. [그림 1]은 무인기 시스템의 구성 요소들을 보여준다.

2. 무인기의 분류

현재 무인기는 다양한 응용의 수요에 따라 이에 적합한 무인기가 개발 및 출시되고 있으며 크게 운용주체, 형태, 크기, 무게, 고도에 따라 구분이 가능하다. [그림 2]는 앞에서 언급한 기준에 근거하여 분류한 무인기들의 예를 보여 준다.

먼저 무인기의 운용주체에 따라 군용 무인기와 민간용 무인기로 구분된다. 군에서 운용하는 무인기는 정찰 및 감시용, 수송용, 공격용으로 구분되며, 민간에서 이용되는 무인기는 촬영용, 운송용, 농업용, 교통용, 재난용, 취미용 등으로 구분된다.

무인기를 형상과 이착륙 방법에 따라 구분하면 고정된 날개를 이용하여 장거리를 장시간



<자료> ETRI 자체 작성

[그림 2] 무인기의 분류

비행할 수 있는 고정익 무인기와 헬리콥터와 같은 회전 날개를 이용하여 즉시 이착륙이 가능한 회전익 무인기, 그리고 둘의 장점을 결합한 수직이착륙 무인기로 구분된다.

최근 들어, 무인기가 다양한 분야에 활용됨에 따라 무인기의 크기도 다양해지고 있다. 무인기의 크기에 따라 0.3m 이하인 초소형, 10m 이하인 소형, 20m 이하인 중형 그리고 20m 이상인 대형으로 구분된다.

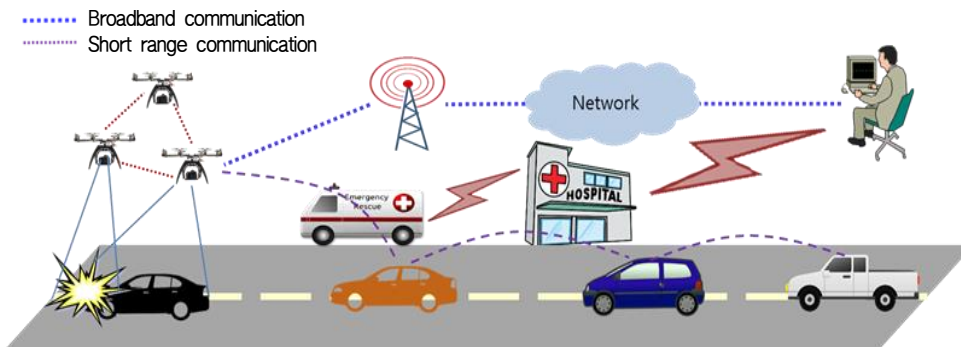
국토부의 기준에 따르면 무인기는 중량에 따라 12kg 이하는 비규제 대상으로 구분된다. 또한, 12kg 에서 150kg 사이는 무인비행장치로 불리고, 150kg 이상은 무인항공기로 구분된다[7].

공역을 운항하는 높이에 따라 무인기는 고도 150m 이하에서 운항이 가능한 저고도 무인기, 150m 이상 14km 미만에서 운항이 가능한 중고도 무인기, 14km 이상 20km 미만에서 운항이 가능한 고고도 무인기, 50km 고도에서 운항이 가능한 성층권 무인기로 구분된다.

3. 무인기 시스템의 응용

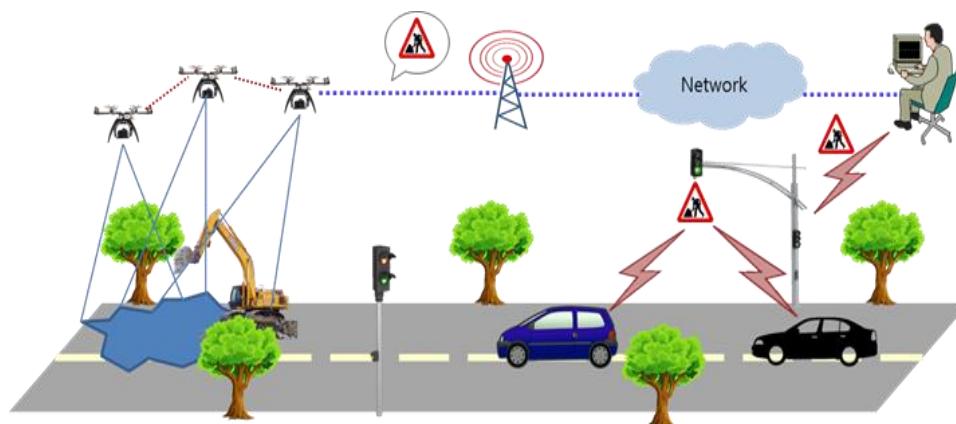
무인기 시스템은 다양한 분야에서 이용될 수 있다. 먼저, 무인기는 신속한 이동성과 높은 고도의 운용환경을 통해 전방의 교통 사고를 가장 먼저 파악할 수 있고, 고속의 통신을 통해

교통사고 상황을 교통관리체계 서버에 빨리 알릴 수 있다. 이는 기존의 차량간 통신과 더불어 사고를 예방하는 효과를 높일 뿐만 아니라 현장의 위치 및 상황을 정확하게 전달하여 신속한 구급 활동 전개를 가능하게 한다. [그림 3]은 무인기 기반의 교통사고 보고 및 구급 활동 시나리오를 보여준다. 또한, 무인기는 도로상에서 긴급하게 진행되는 공사나 도로상의 비상상황을 가장 먼저 인지하여 고속의 통신으로 교통관리체계 서버에 알릴 수 있다. 이후에 교통관리체계 서버는 무인기들로부터 전송되는 영상정보 등을 종합적으로 판단하여 도로상의 후속 차량들에게 공사나 비상상황을 인지시키고, 우회할 수 있는 우회로를 안내할 수 있다[3]. [그림 4]는 무인기 기반의 비상상황 인지 및 우회 시나리오를 보여준다.



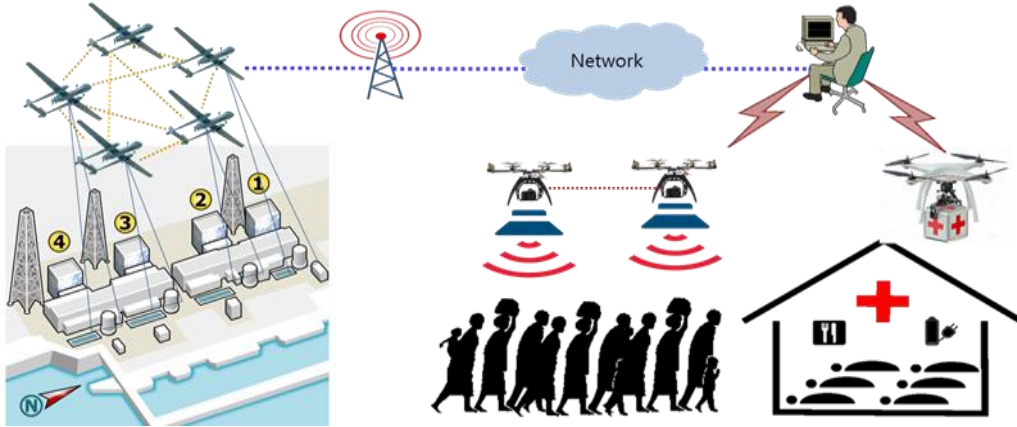
<자료> IEEE Communications Magazine, vol.55, no.3, "UAV-Enabled Intelligent Transportation Systems for the Smart City: Applications and Challenges," Mar. 2017.

[그림 3] 무인기 기반의 교통사고 보고 및 구급 활동



<자료> IEEE Communications Magazine, vol.55, no.3, "UAV-Enabled Intelligent Transportation Systems for the Smart City: Applications and Challenges," Mar. 2017.

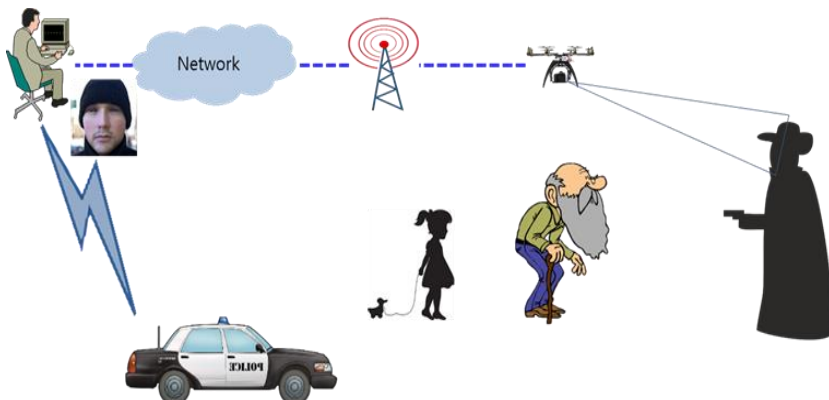
[그림 4] 무인기 기반의 비상 상황 인지 및 우회



<자료> ETRI 자체 작성

[그림 5] 무인기 기반의 재난 구조 및 지원

무인기 시스템의 응용 중에서 파급효과가 큰 또 다른 응용은 재난 지원이다. 일반적으로 지진이나 쓰나미와 같은 대형 재해가 발생하였을 때 해변에 위치한 원자력 발전소는 엄청난 위험에 처하게 된다. 재해가 발생한 이후에 무인기들을 이용하면 원자력발전소의 피해 상황을 빠르고 정확하게 점검할 수 있으며, 수집된 정보를 바탕으로 신속한 후속조치를 수행할 수 있다. 예를 들어, 무인기들의 센서를 통해 수집된 방사능 누출 수준에 따라 방제작업을 신속히 시작하고, 무인기들을 이용하여 원자력 발전소 주변의 주민들에게 신속한 대피를 방송할 수 있다. 또한, 배달용 무인기들을 이용하여 주민들이 기거하는 대피소로 필요한 생필품이나 의약품 등을 배달할 수 있다[5]. [그림 5]는 무인기 기반의 재난 구조 및 지원 시나리오를 보여준다.



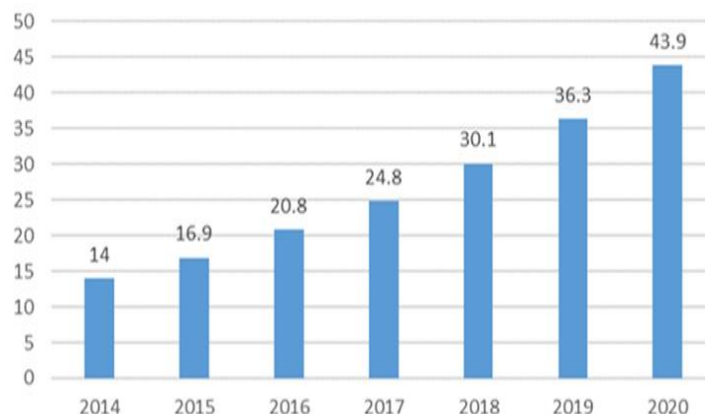
<자료> ETRI 자체 작성

[그림 6] 무인기 기반의 범죄 예방

최근 들어 동행자가 없는 노약자를 상대로 무분별한 폭력을 행사하는 범죄가 증가하고 있다. 특히, 동행자가 없는 노약자가 공적 치안의 사각지대에서 무분별한 폭력에 피해를 입게 되면 단시간에 치명적인 상황까지 이르게 된다. 이러한 공적 치안의 사각지대에서 무인기는 노약자 주변에서 불빛을 비추면서 비행함으로써 범죄를 예방함은 물론 범행이 예상되는 경우에 치안 센터와 연락하여 치안인력의 긴급한 출동을 유도할 수 있다. [그림 6]은 앞에서 설명한 무인기 기반의 범죄 예방 시나리오를 보여 준다.

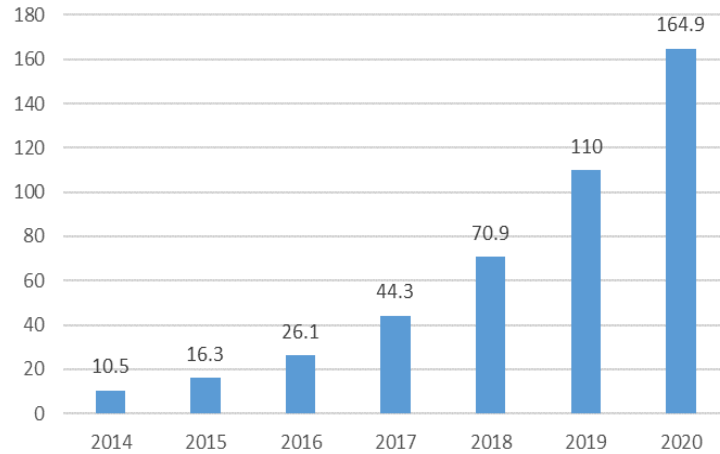
III . 무인기 시장의 국내외 변화 추이

초창기에 무인기가 만들어질 때 이용되었던 군용 무인기 기술은 민간용 무인기 이용이 활성화됨에 따라 공공용, 상업용, 과학용, 취미용 무인기 등에 적용되어 그 기술의 활용범위를 점점 더 넓혀가고 있는 상황이다. 항공 및 방위산업체들은 이미 군사용 무인기 기술 개발에 참여한 경험을 통해 고도의 기술력을 확보하고 있으며, 이러한 기술들이 민간용 무인기 산업의 발전을 견인할 것으로 기대되고 있다. 전세계적으로 보면 민간용 무인기 시장 규모는 2016년에 약 21억 달러였으며 2020년에는 44억 달러 규모로 성장할 것으로 예측되고 있다. [그림 7]은 전세계 민간용 무인기 시장의 변화 추이를 보여 준다. 중국의 경우에는 [그림 8]과 같이 민간용 무인기 시장규모가 2016년 26억 위안에서 2020년 165억 위안으로 성장할 것으로 예측된다[2].



<자료> 중국전첨산업연구원, 2017.

[그림 7] 전세계 민간 무인기 시장의 변화 예측(억 달러)

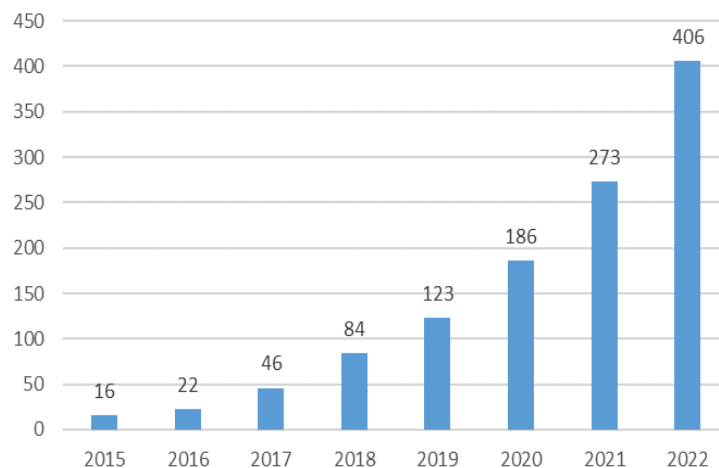


<자료> 중국전첨산업연구원, 2017.

[그림 8] 중국 민간 무인기 시장의 변화 예측(억 위안)

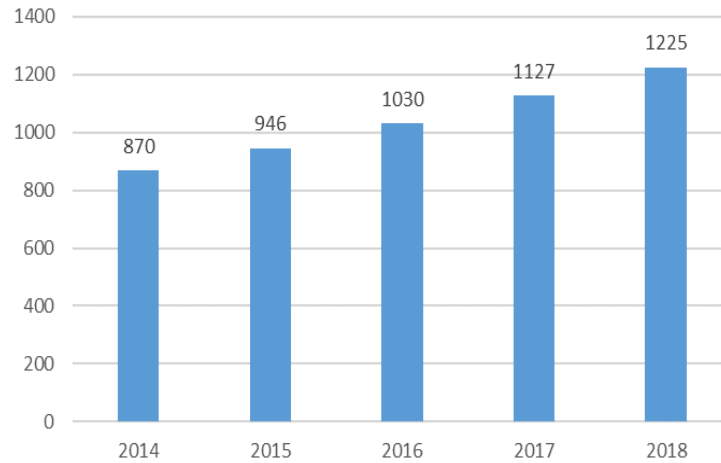
일본의 산업용 무인 비행기 및 헬리콥터 시장은 2020년에는 186 억 엔으로 2022년에는 406 억 엔으로 성장할 전망이다. 또한, 2015년 시점에서 농약 살포용 무인기가 70% 이상의 점유율을 보였으나, 그 이후에는 농약 살포용은 거의 증가하지 않는 반면 정비용, 점검용, 측량용 무인기 시장이 크게 증가할 것으로 전망된다. [그림 9]는 일본의 무인기 산업 시장 규모의 변화 추이를 보여준다.

국내 무인기 시장의 경우에는 [그림 10]과 같이 시장규모가 2014년 870 억 원에서 2018년



<자료> 시드플래닝, 한국드론협회, 2015.

[그림 9] 일본 민간 무인기 시장의 변화 예측(억 엔)



<자료> BIS Research(2016), <http://boss.kisti.re.kr/>

[그림 10] 국내 무인기 시장의 변화 예측(억 원)

1,225 억 원으로 CAGR(연평균 복합성장률, 2014~2018 년) 9% 성장할 것으로 전망되고 있다. 그러나 이 수치는 예상치로 정부의 드론 정책에 따라 변동될 가능성이 높다.

IV . 국내 무인기 ICT 기술 개발 동향

본 장에서는 무인기 ICT 기술을 통신 기술, 인식 및 탐지 기술, 자율비행 및 임무수행 기술, 무인기 감시 및 통제 운용 기술, 드론 플랫폼 기술로 분류하고, 세계 수준에 대비한 국내 기술 수준을 살펴 본다.

먼저, 무인기 통신 기술은 세계 최고 수준인 미국과의 격차가 1년 정도 밖에 나지 않는다. ETRI가 개발하고 있는 무인기용 제어 통신 기술(Control and Non-payload Communications: CNPC)은 일대일 전송 및 일대다 전송 방식으로 미국 Rockwell Collins와 NASA가 보유한 34.5kbps와 동일한 속도를 제공한다[1]. 또한, ETRI의 제어용 통신 기술은 동시에 24대의 중대형 무인기를 조종할 수 있으며, 일대일 전송 방식 및 일대다 전송 방식으로 99.8%의 링크 가용성을 보장한다.

현재, 무인기의 위치인식 오차는 최고 수준인 중국에 비해 격차 5년 정도로 뒤쳐져 있으며 무인기의 탐지 거리는 최고 수준인 독일에 비해 약 2년 정도의 격차가 있다. 중국 DJI의 DRTK 기술은 개활지에서 수평으로 1cm, 수직으로 2cm 정도의 정밀 측위 정확도를 보유하고

있으며, 국내에서는 항공대에서 DRTK 기술 및 GNSS/INS 결합 기반 정밀 측위 기술, ETRI에서 다수의 GNSS 및 다중경로를 이용한 정밀 측위 기술 및 LiDAR를 이용한 3D 지도 기반 정밀 측위 기술들을 개발하고 있는 상황이다. 독일의 Karlsruhe Institute of Technology는 121~127GHz 대역의 FMCW(Frequency-Modulated Continuous Wave) 방식의 드론 탑재용 레이더를 개발하였다. 이 레이더의 성능은 최대 탐지거리 25m, 빔 조향 범위 -40 도~40 도(1 도 간격)를 지원하며 국내에서는 현재 개념 연구를 진행하고 있는 상황이다.

자율비행 속도와 최대 편대 비행 대수 측면에서 국내 기술 수준은 최고수준인 미국에 비해 각각 3.2년과 3.6년 수준의 격차가 존재한다. 먼저, 자율비행과 관련해서 미국은 DARPA 주관 FLA(Fast Lightweight Autonomy) 연구과제를 통해서 GPS 없이 실내에서 장애물이 없는 공간에서 최대 20m/s의 비행에 성공했으며, 국내에서는 현재 핵심기술을 개발 중에 있다. 편대 비행의 경우에는 미국 Intel사에서 1,218대의 Shooting Star라는 이름의 무인기들을 제작하여 평창올림픽 개막식에서 편대비행 공연에 성공(Intel's Drone Light Show)하였으며[4], 국내에서는 현재 핵심기술을 개발 중에 있다.

무인기 감시 기술은 최고 수준인 이스라엘에 비해 2년, UTM 하의 통제 및 운용이 가능한 최대 무인기 수는 미국에 비해 약 4년 정도의 격차가 존재한다. 이스라엘의 RADA사는 pulse-doppler 방식을 사용하여 90도 영역을 커버하는 패널 4개를 이용하여 360도 감시가 가능하며 RCS(Radar Cross Section) 0.01m²를 가지는 무인기 탐지 레이더를 개발하였다. ETRI는 FMCW 방식을 적용하여 3km에서 RCS 0.01m²의 표적 탐지가 가능하고 최대 탐지 거리 5km인 Low C-SWaP 레이더와 EO/IR 감시장치를 개발하고 있다. 미국 NASA는 UTM(UAS Traffic Management)에서 VLOS(Visual Line Of Sight)로 최대 2대, BVLOS(Beyond Visual Line Of Sight)로 최대 4대의 무인기를 동시에 운영하는 시험에 성공하였으며, 국내에서 진행중인 UTM 사업은 2018년에 VLOS로 최대 4대의 무인기를 운영하는 시험을 계획 중이다.

드론 플랫폼 기술은 생체 모사형 무인비행체 기술의 경우에 미국에 비해 4년의 격차가 있으며, 드론 시뮬레이터의 경우에는 미국에 비해 2년 정도의 격차가 존재한다. 미국의 Aero Vironment사는 DARPA의 후원으로 19g의 중량과 16cm의 펼쳐진 날개로 10m/s까지 비행할 수 있는 벌새 모양의 소형 드론을 개발하였고, 국내에서는 멀티콥터 드론에 대한 정밀하고 신뢰성 있는 제어를 연구하고 있다. Microsoft사는 AirSim이라는 드론 전용의 고실감형 시뮬레이터를 개발하여 HILS(Hardware In the Loop Simulation)와 SILS(Software In the Loop Simulation)

[표 1] 무인기 ICT 기술의 세계 수준 대비 국내 기술 현황

무인기 ICT 기술	선도국	세부기술	기술수준	국내 기술 수준	격차(년)
무인기 통신 기술	미국	전송속도	34.5 kbps	34.5 kbps	1
		동시 조종 무인기수	24	24	
		링크 가용률	99.8%	99.8%	
인식 및 탐지	중국	무인기 위치 인식	수평: 1cm, 수직: 2cm	DRTK, GNSS/INS 결합 기반 정밀 측위	5
	독일	무인기 탐지	거리: 25m, 빔 조향 범위: -40도~40도	개념 연구 진행	2
자율 비행 및 임무 수행	미국	자율비행	20m/s	핵심 기술 개발	3.2
		편대 비행	1,218 대	핵심 기술 개발	3.6
감시 및 통제 운용	이스라엘	무인기 감시	360도 감시, RCS: 0.01	탐지거리 3km 에서 RCS 0.01, 최대탐지거리: 5km	2
	미국	통제 운용 무인기수	VLOS: 2대, BVLOS: 4대	VLOS: 4대 시험 예정(2018)	4
드론 플랫폼 기술	미국	생체모사형 드론	중량: 19g, 속도: 10m/s	멀티콥터 드론 정밀 제어 연구	4
		드론 시뮬레이터(AirSim)	HILS/SILS 지원, 머신러닝 기능	다중 다시점 시뮬레이션, 현실감 있는 3D 맵 적용	2

<자료> ETRI 자체 작성

의 지원은 물론 시뮬레이션 데이터를 수집하여 드론의 기계학습에 적용할 수 있도록 하였다 [6]. ETRI는 AirSim에 동적 객체 삽입, 현실감 있는 3D 맵 적용, 다중 드론의 다시점 시뮬레이션 구현, 가상 드론과 실제 드론과의 협업 등과 같은 확장 기능 구현을 위한 연구를 2018년부터 시작하였다. [표 1]은 무인기 ICT 기술의 세계 수준 대비 국내 기술 개발 현황을 요약해서 보여준다.

V. 향후 과제

앞서 살펴본 것처럼, 국내는 물론 세계적으로도 민간용 무인기 시장은 급속도로 확장되고 있으며, 이에 따라 무인기 관련 ICT 기술에 대한 수요도 크게 증가할 전망이다. 특히, 우리나라의 경우에는 세계 최고 수준의 ICT 기술을 보유하고 있으므로, 무인기 시장에서 요구하는

특화된 기술을 선도적으로 개발하면 틈새시장 공략에 성공할 수 있을 것으로 보인다. 향후, 무인기 관련 ICT 기술을 우리나라가 선도하기 위해서는 다음과 같은 문제점들이 해결되어야 한다.

먼저, 연구 및 개발 분야에서는 이미 여러 사업이 진행 중에 있지만, 무인기 수요 창출 및 무인기 기술 개발의 활성화를 위해서 좀 더 다양한 무인기 시범 운영 사업을 추진할 필요가 있다. 더불어 무인기 및 임베디드 SW에 관한 선도 기술 개발과 무인기 획득 정보 처리 및 활용 기반 구축이 이루어져야 한다. 마지막으로 무인기 공통 기술(요소 부품 기술, SW 플랫폼 기술, 안전 운용 인프라, 역기능 예방)을 개발하고 해당 개발 성과를 확산시킬 필요가 있다.

무인기 기술 개발 관련 인력 분야에서는 현재 무인기 제품 개발환경 조성, 우수인재 발굴 및 전문기술 교육이 미흡해 무인기 산업계 전체적으로 인력난을 겪고 있다. 이에 따라 무인기 개발 및 운용을 위한 현장 중심형 전문 인력을 양성하는 방안을 마련해서 시행할 필요가 있다.

무인기 ICT 기술 개발 관련 인프라 측면에서는 현재 국내 무인기 관련 기업 대다수 규모가 영세하여 무인기 테스트를 위한 개별적 테스트 인프라 구축을 수행할 수 없다. 따라서 다양한 시험을 수행할 수 있는 무인기 시험 인프라 구축은 물론 무인기 관련 개발 업체간 연계·협력을 통한 전주기 기술지원 기반 확충 및 정보보호 지원체계를 강화할 필요가 있다.

무인기 ICT 기술 개발을 지원하기 위한 법과 제도 측면에서는 무인기의 신뢰성 있는 이용 환경 마련을 위한 법과 제도의 정비가 시급히 필요하다. 특히, 무인기를 이용한 범죄, 무인기 카메라 촬영에 따른 사생활 침해, 무인기 추락·충돌 사고 등 무인기 상용화에 따른 부작용을 해결하기 위한 제도적 장치가 필요하다. 또한, 상업용 무인기 활성화를 위해 관련 법률을 제정하고 각종 항공관련 규제 정비를 위한 논의를 진행해야 한다.

[참고문헌]

- [1] D.C. Iannicca et al., "Control and Non-payload Communications(CNPC) Prototype Radio-Generation 2 Security Flight Lab Test Report," Tech. Report, NASA/TM-2015-218821, Jun. 1. 2015.
- [2] ETRI 북경센터, "중국 드론 정책 및 시장 동향," 2017. 8, pp.1-18.
- [3] H. Menouar, I. Güvenc, K. Akkaya, A. S. Uluagac, A. Kadri, and A. Tuncer, "UAV-Enabled Intelligent Transportation Systems for the Smart City: Applications and Challenges," IEEE Communications Magazine, vol.55, no.3, Mar. 2017, pp.22-28.

- [4] <https://www.intel.co.kr/content/www/kr/ko/sports/olympic-games/drones.html>
- [5] N. H. Motlagh, T. Taleb, and O. Arouk, "Low-Altitude Unmanned Aerial Vehicles-Based Internet of Things Services: Comprehensive Survey and Future Perspectives," IEEE Internet of Things Journal, Vol.3, No.6, Dec. 2016, pp.899-922.
- [6] S. Shah, D. Dey, C. Lovett and A. Kapoor, "AirSim: High-Fidelity Visual and Physical Simulation for Autonomous Vehicles," Proc. of Field and Service Robotics Conference 2017(FSR 2017), pp.621-635.
- [7] 국토 교통부 홈페이지, <http://molit.go.kr/>
- [8] 김희욱, 강군석, 장대익, 안재영, "무인기 제어용 무선통신 기술 및 표준화 동향", ETRI, 전자통신동향분석, 제 30 권, 3 호, 2015. 6, pp.74-83.