

제65호(2019. 8. 2.)

5G 시대, 농업·농촌의 변화

김용렬 이정민 우성휘



목 차
contents

1. 5G 기술의 특징과 예상되는 변화	1
2. 5G 기술 개발과 활용 현황	5
3. 5G를 통한 농업·농촌 분야 응용과 전망	10
4. 5G 기술에 대한 농업인들의 관심도	18
5. 요약 및 시사점	23

감 수	서대석 연구위원	061-820-2260	dssuh@krei.re.kr
내 용 문 의	김용렬 연구위원	061-820-2363	kimyl@krei.re.kr
발간물 문의	성진석 책임전문원	061-820-2212	jssaint@krei.re.kr

- 「KREI 현안분석」은 농업·농촌의 주요 동향 및 정책 이슈를 분석하여 간략하게 정리한 것입니다.
- 이 자료는 우리 연구원 홈페이지(www.krei.re.kr)에서도 보실 수 있습니다.

KREI 현안분석 제65호

5G 시대, 농업·농촌의 변화

등 록 | 제6-0007호(1979. 5. 25.)

발 행 | 2019. 8.

발행인 | 김창길

발행처 | 한국농촌경제연구원

우) 58321 전라남도 나주시 빛가람로 601

대표전화 1833-5500

인쇄처 | (주)에이치에이엔컴퍼니

- 이 책에 실린 내용은 한국농촌경제연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.
- 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다.
무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.

요약 Summary

- 5세대 무선 이동통신 기술(5G, 5 Generation)은 초고속성, 초연결성, 초저지연성을 바탕으로 대용량 데이터와 모든 사물을 연결시키는 4차 산업혁명의 핵심 인프라임. 5G 기술은 단순 통신사업 뿐 아니라 실감형 미디어, 자율주행차, 의료서비스, 도시와 마을과 같은 지역 공간 등 다른 부문에 활용됨으로써 사회에 미치는 파급효과가 매우 클 것으로 기대됨.
- 과학기술정보통신부에 따르면, 우리나라의 이동통신 및 네트워크 기술경쟁력은 선진국 대비 조금 부족한 상황이며, 투자 규모 및 내수시장이 작다는 약점이 있음. 그러나 5G 시장이 초기 단계인 점과 우리나라의 이동통신 인프라 및 단말기 제조, ICT 제조업 경쟁력은 높은 수준임을 고려할 때, 향후 적극적인 개발 및 투자로 기술 격차를 만회할 수 있을 것으로 전망됨.
- 농업 분야에서 주요국들은 5G 기술을 다양하게 적용하기 위해 노력하고 있음. 완전 자율주행 트랙터와 트랙터 원격 진단 서비스를 개발 및 시범 운영 중임. 5G 기반 드론의 경우 이전보다 대용량 자료의 실시간 통신이 가능해 작물 모니터링 정확도가 개선될 수 있을 것으로 기대됨. 축산 분야에서는 5G 기술을 활용하여 소·돼지의 모니터링과 품질 향상을 도모할 수 있음. 또한, 5G와 빅데이터 처리 기술을 활용하여 가축전염병 방지 플랫폼 구축이 가능해질 것으로 보임.
- 농촌 분야에는 5G 기술을 기반으로 지능형 CCTV, 원격진료, 자율주행차가 등장할 수 있음. 이에 따라 안전, 의료, 교통, 교육 등 정주 여건이 열악한 농촌이 물리적 한계를 극복하고 생활 수준을 크게 개선시킬 수 있을 것으로 전망됨. 그러나 농촌 지역에 5G 기술이 정착되기 위해서는 인프라 구축을 위해 상당한 수준의 투자가 필요해 많은 시간이 소요될 것으로 예상됨.
- 5G 기술의 농업·농촌 분야 활용에 대한 농업인 관심도를 조사해 본 결과, 농업인들은 첨단 농업 기술 중 ‘농업용 드론’을 이용한 농약 및 비료살포, 작물 모니터링과 ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템’, ‘농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템’에 관심이 높음. 다만 연령별·영농형태별로 관심도에 조금씩 차이가 있는 것으로 나타났음.
- 농업·농촌을 비롯한 다양한 산업 분야에서 5G 기술이 4차 산업혁명을 현실화할 수 있는 수단 중 하나로 기대되고 있음. 이에 따라 주요 선진국에서는 5G 기술에 대한 투자를 확대시키고 있어 향후 5G 관련 기술의 파급 범위는 점차 증대될 것으로 판단됨. 그러나 농업·농촌 분야에서의 5G 기술 활성화를 위해서는 빅데이터 처리 및 인공지능을 비롯한 주변 기술이 동반 발전되어야 하므로 관련 산업계와 밀접한 연계 시스템을 구축해야 하며, 이를 위한 자금 및 기술 지원과 동시에 규제 완화도 필요함.

01 | 5G 기술의 특징과 예상되는 변화

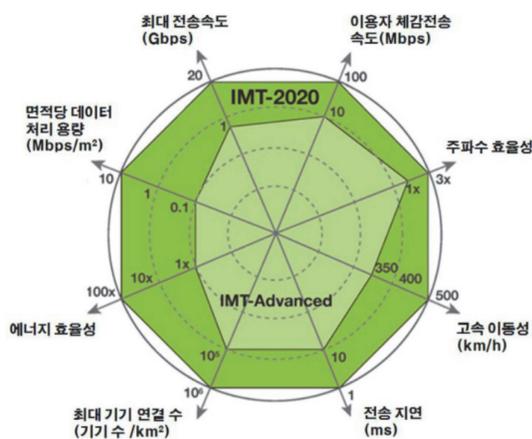
5G는 초고속성·초연결성·초저지연성을 특징으로 하며,
개인의 일상과 산업 전반에 미치는 영향력이 매우 클 것으로 전망

- 5세대 무선 이동통신(5G, 5 Generation) 기술은 더 빠르게(초고속) 지체 없이 실시간으로(초저지연) 대용량 데이터와 모든 사물을 연결(초연결)시키는 4차 산업혁명 핵심 인프라임(과학기술정보통신부 2019b).
 - 5G 이전 무선 네트워크 세대(2G·3G·4G)에서도 서비스 범위와 속도는 지속적으로 개선되어왔으나 그 대상은 대부분 사람이었음. 5G 시대에는 이동통신 서비스 대상이 사물로까지 확장되어 5G는 디지털 혁명을 촉발하는 핵심적인 기반이 될 것으로 보임.
- 4차 산업혁명을 인간에 비유한다면 각종 기기들은 신체 기관에 해당하고, 데이터는 인체가 느끼는 감각 정보, 인공지능은 두뇌에 해당하며, 5G는 이 모든 것을 연결하는 신경망에 해당한다고 할 수 있음(홍인기 2019).
- 5G는 인공지능, 빅데이터와 같이 범용기술(General Purpose Technology: GPT)의 하나로 통신사업뿐 아니라 다른 산업에 활용됨으로써 사회에 미치는 파급효과가 매우 클 것이라 기대됨. 김재현 외(2018)는 2030년 5G가 한국의 산업 영역과 기반 환경에서 최소 47조 8,000억 원(GDP 대비 2.1% 수준)의 사회경제적 가치를 창출해 낼 것이라고 전망한 바 있음.
- 5G의 중요성을 인식한 미국, 중국, 유럽연합, 일본 등 세계 각국 정부에서는 다양한 분야의 5G 기술을 실험하고 발전 전략을 수립하여 실행에 옮기고 있음(OECD 2019).
- 농업에서도 5G 기술로 인해 다양한 센서들과 연동된 IoT를 기반으로 모니터링 및 원격제어로 최적의 환경을 구축해 비용 절감과 효율성 증대를 가져올 것으로 전망됨. 또한 모니터링·원격진료·자율주행차 등이 현실화되면서 농촌 지역이 지닌 물리적 한계를 극복하고 삶의 질 개선에 도움을 줄 것으로 예측됨.
- 이처럼 5G가 농업·농촌 분야에 미치는 중요성과 발전가능성이 클 것으로 예상되므로 농업·농촌 분야 5G 활용 사례를 살펴보고 향후 발전 및 응용 방향을 전망해볼 필요가 있음.

1.1. 5G의 개념과 특징

- 5G는 데이터 송수신 용량과 속도 관점에서 유무선 간 차이가 없을 정도의 이동 통신 환경과 저 전력 및 안정성을 보장하는 IoT 통신 환경을 동시에 구현할 수 있는 이동통신 기술 표준 방식임 (신동형 2019). 5G는 LTE(4G)보다 한층 더 업그레이드된 서비스를 가능하게 하며, LTE에서 기술적 한계로 인해 불편함을 일으켰던 문제들을 해결할 수 있음. 5G 네트워크의 핵심적 특징은 초고속성, 초연결성, 초저지연성 세 가지로 정의할 수 있음(박종일 외 2018).
 - 초고속성(enhanced Mobile Broadband: eMBB)은 지금과 비교할 수 없을 정도로 빠른 속도를 지니게 된다는 것을 의미함. 5G 네트워크하에서는 최대 속도가 20Gbit/s로 4G(1Gbit/s)와 비교했을 때 20배에 달하며 체감 속도 역시 10배 이상임.
 - 초연결성(massive Machine-Type Communications: mMTC)은 동시에 접속할 수 있는 기기가 엄청나게 많아진다는 것을 의미함. 5G 네트워크하에서 최대 연결 기기 수는 1km²당 100만 개로 4G 네트워크(10만 개)에 비해 10배 늘어나게 됨.
 - 고신뢰/초저지연성(Ultra-Reliable and Low-Latency Communications: URLLC)은 지연시간이 0.001초(1ms)로 LTE(0.01초)에 비해 최대 10배 빠른 응답이 가능해진다는 것을 의미함.
 - ※ 지연시간은 신호를 보낸 뒤 이에 대응하는 응답 신호를 받을 때까지 걸리는 시간으로, 응답시간이 줄어든다는 것은 실시간 서비스에 한층 더 가까워지는 것임.
 - 이외에도 5G는 네트워크 에너지 효율, 주파수 효율, 면적당 데이터 처리 용량 측면에서 이전 4G에 비해 크게 개선된 모습을 보일 것으로 기대됨.

〈그림 1〉 4G(IMT-Advanced)와 5G(IMT-2020)의 기술 요구사항



	4G (IMT-Advanced)	5G (IMT-2020)
최고 전송 속도	1 Gbit/s	20 Gbit/s
사용자 체감 전송 속도	10 Mbit/s	100 Mbit/s
최대 연결 기기 수	10만 개/km ²	100만 개/km ²
지연 속도	10 ms (0.01초)	1 ms (0.001초)
이동 속도	350 km/h	500 km/h
면적당 데이터 처리 용량	0.1 Mbit/s/m ²	10 Mbit/s/m ²
네트워크 에너지 효율	-	4G 대비 100배
주파수 효율	-	4G 대비 3배

주: 그림의 바깥쪽 정팔각형은 5G(IMT-2020) 기술 수준을, 안쪽 팔각형은 4G(IMT-Advanced) 기술 수준을 의미함.
 자료: 김봉태 (2019).

1.2. 5G 기술 적용 산업 분야

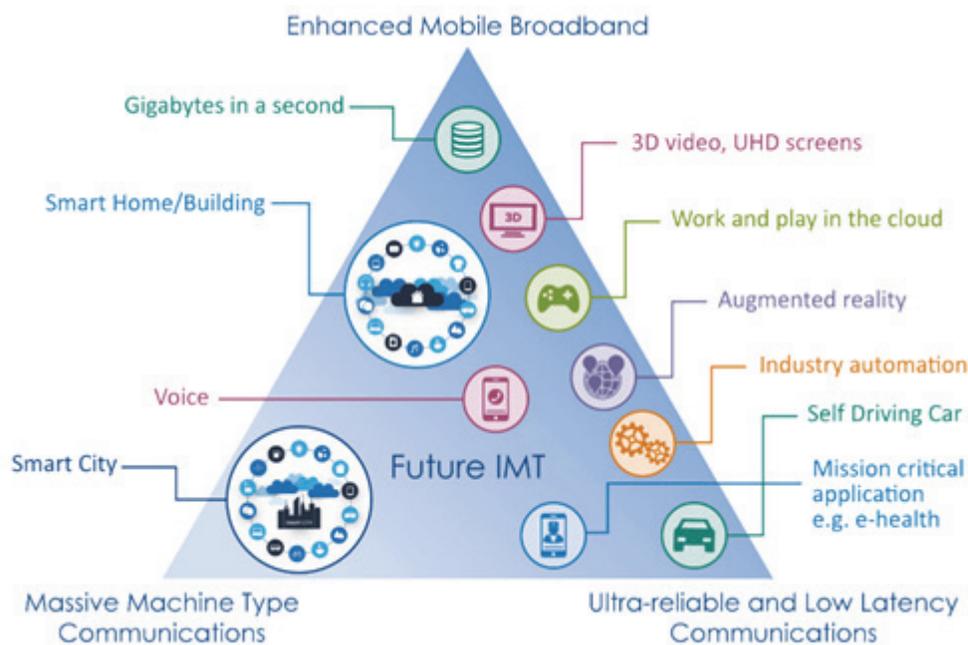
- 5G는 범용기술로 산업 전반에 큰 영향력을 미칠 것으로 보임. 현재는 에너지, 운송, 모빌리티, 헬스케어, 농업, 공공안전, 환경, 여행, 문화 등을 중심으로 5G를 접목하려는 시도가 이루어지고 있으나 미래에는 다른 영역으로까지 확대될 수 있음. 5G 기술이 적용될 대표적인 산업 분야는 가상현실·증강현실, 자율주행차, 의료서비스, 광업이 있음(OECD 2019).
- 초고속·초연결·초저지연을 특징으로 하는 5G 네트워크가 가상현실(Visual Reality)과 증강현실(Augmented Reality) 기술에 접목될 경우 대용량 전송, 자연스러운 촉각·동작 인터페이스, 다중 사용자 연결 등이 가능해지면서 게임, 스포츠, 교육, 1인 미디어 등 다양한 시장이 크게 확대될 것으로 예상됨(과학기술정보통신부 2019b).
 - 가상현실¹⁾과 증강현실²⁾은 시간당 높은 데이터 트래픽이 발생하는 서비스임. 지금까지 AR·VR 관련 콘텐츠 시장의 성장이 더뎠던 이유는 대용량 데이터를 빠르게 전달할 수 없는 기존 네트워크의 한계 때문이었음(박종일 외 2018).
 - Intel(2018)은 5G로 인해 가상현실과 증강현실로 대표되는 실감형 미디어(Immersive media) 수익 창출은 2022년부터 본격적으로 발생하기 시작하여 2028년에는 전 세계적으로 1,400억 달러에 이를 것으로 전망하였음.
- 미국 자동차공학회에 따르면 자율주행은 운전자의 개입 정도에 따라 5단계로 구분될 수 있음(정원준·정수연 2016). 이 중 마지막 단계인 완전 자동화(Full-Automation)가 이루어지기 위해서는 차량사물통신(Vehicle to Everything: V2X)이 이루어지는 과정에서 생성되는 많은 양의 데이터를 실시간으로 그리고 안정적으로 주고받을 수 있어야 함.
 - ※ 차량사물통신은 자율주행차의 핵심기술로 차량과 차량 간 무선 통신(Vehicle to Vehicle: V2V), 차량과 인프라 간 무선 통신(Vehicle to Infrastructure: V2I), 차량과 네트워크 간 무선 통신(Vehicle to Network: V2N)으로 이루어짐.
 - 5G의 초고속성은 자율주행차 데이터의 송·수신이 초고속으로 이루어질 수 있게 만들어 줌. 또한 초지연성은 차량이 위험 상태에 빠져있을 때 더욱 신속하게 대응할 수 있도록 해주며 제동거리를 짧게 만들어 안정성을 제고시킴. 마지막으로 초연결성은 차량이 교통 체증 구간에 들어서 많은 차량들의 통신 트래픽이 폭증하더라도 네트워크와의 연결을 안정적으로 유지할 수 있게 함(박종일 외 2018).

1) 가상현실은 실제 현실의 특정 환경, 상황, 또는 가상의 시나리오를 컴퓨터 모델링을 통해 구축하고 이러한 가상 환경에서 사용자가 상호작용할 수 있도록 돕는 시스템 및 관련 기술을 의미함(출처: 임상우·서경원 2018).

2) 증강현실은 실제 환경에 컴퓨터 모델링을 통해 생성한 가상의 오브젝트(예: 물체, 텍스트, 비디오)를 겹쳐보이게 하여 공간과 상황에 대한 가상 정보를 제공하는 시스템 및 관련 기술을 의미함(출처: 임상우·서경원 2018).

- 의료 분야에서도 5G로 인해 기존의 네트워크가 기술적 제약으로 제공하지 못했던 높은 품질의 의료서비스 제공이 가능해지며, 물리적·시간적 한계를 극복할 수 있게 되어 사회적 편익이 매우 클 것으로 보임.
 - 특히 시간, 장소, 방법, 대상을 통제할 수 있는 의료 서비스에 대한 수요가 높아지면서 최근 의료 시장에서는 웨어러블(Wearable) 디바이스, 온라인 상담, 원격 진료가 발전하고 있음. 또한 5G를 활용하면 원격 수술이 가능해지며 의료 혜택이 사회적으로 확대될 수 있음(신동형 2019).
 - 이러한 의료 서비스에서 가장 중요한 것은 안정적인 연결성임. 5G 기술의 초저지연성과 높은 에너지 효율성은 환자의 상태에 관한 즉각적인 의사소통이 가능해질 수 있는 필수적인 기반을 제공할 것임(Ericsson 홈페이지).
- 5G는 광업의 안전성과 생산성을 제고시킬 것으로 보임. 광산 내 환기 시설과 록볼트에 센서를 장착시킴으로써 사물인터넷을 기반으로 채고 관리, 예방 정비 등이 가능해질 것이며 기계의 원격 조종을 통해 사람이 하던 위험한 일을 기계가 대신함으로써 안전성이 높아질 것으로 전망됨(OECD 2019).
- 이외에도 5G가 활용되면서 가까운 미래에 IoT 기반 스마트 시티, 스마트 공장, 커넥티드 로봇 등이 등장할 것으로 예상됨.

〈그림 2〉 5G 기술 적용 산업 분야



자료: International Telecommunications Union(2018).

02 | 5G 기술 개발과 활용 현황

우리나라의 통신 기술 수준은 선진국 대비 조금 부족하나
5G는 기술 개발 초기이므로 만회가 가능한 상황

2.1. 우리나라의 5G 기술 개발 수준

- 2018년 세계이동통신 장비시장³⁾에서 스웨덴의 에릭슨이 29%를 점유하면서 1위를 차지하였고, 화웨이가 26%, 노키아가 23%로 각각 2위와 3위를 차지하였으며 ZTE가 12%로 4위를 차지함. 삼성전자는 5%의 점유율로 5위를 차지하였음.
- 2017년 화웨이는 집중적인 연구개발로 가격 및 기술경쟁력을 갖추면서 세계이동통신 장비 시장 점유율 1위를 차지했음. 그러나 최근 미국 트럼프 정부에서는 화웨이가 자사 장비에 백도어를 설치하여 정보를 유출한 의혹을 제기하며 화웨이 장비 사용 배제를 강력히 촉구하고 있는 상황임(한국과학기술기획평가원 2019).

〈표 1〉 세계 이동통신 장비시장 점유율

단위: %

제조업체	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
화웨이(중국)	15	17	18	21	25	25	28	26
에릭슨(스웨덴)	37	35	34	30	27	28	27	29
노키아(핀란드)	14	15	14	15	15	24	23	23
삼성전자(한국)	4	4	6	6	4	4	3	5
ZTE(중국)	9	9	9	9	12	12	13	12
Alcatel-Lucent	14	12	11	10	10	0	0	0
기타	9	7	9	9	8	8	6	5

주: Alcatel-Lucent는 2015년 노키아에 인수되었음.

자료: 한국무역보험공사(2018), 과학기술정보통신부(2019c).

- 2019년 1분기 5G 장비 시장에서는 삼성전자가 36%로 점유율 1위를 달성했고, 에릭슨(28%), 화웨이(15%), 노키아(14%), ZTE(6%) 순이었음(과학기술정보통신부 2019c).
- 정보통신기술진흥센터(2018)에 따르면 세계시장에서 주요 선도국가 사이의 이동통신 기술 수준은 미국을 100으로 가정할 경우 유럽이 94.0, 중국이 93.1, 한국이 92.3, 일본이 90.7로 한국이 상대적으로 약간 낮은 수준으로 나타남. 또한, 한국의 네트워크 처리 기술 수준 역시 미국의 100, 유럽의 89.0, 중국의 85.2, 일본의 86.3보다 낮은 81.1을 보여 주요 선도국에 비해 낮은 것으로 판단됨.

3) 이동통신 장비는 크게 기지국, 중계기, RF장비, 안테나로 분류되며, 주요 기지국 장비는 기지국 제어기, PA, 컴바이너, 안테나, 필터 등이 포함되고, 중계기는 광중계기, 주파수 변환 중계기, M/W 중계기가 해당됨(장민준 외 2018).

- 중국의 경우 기술 수준이 전년 대비 9.1% 상승한 것으로 나타나 타 국가보다 적극적으로 기술을 개발 중인 것으로 판단됨.

〈표 2〉 국가별 통신 기술 수준

	미국	유럽	중국	한국	일본
이동통신	100	94.0	93.1	92.3	90.7
네트워크	100	89.0	85.2	81.1	86.3

자료: 정보통신기술진흥센터(2018).

- 우리나라의 이동통신 및 네트워크 기술경쟁력은 전반적으로 약간 부족한 상황이며, 선도국가 대비 투자 규모 및 내수시장이 작다는 약점이 있음. 그러나 5G는 시장 초기 단계인 점과 우리나라의 이동통신 인프라 및 단말기 제조, ICT 제조업 경쟁력은 높은 수준임을 고려할 때, 향후 적극적인 개발 및 투자로 기술 격차를 만회할 수 있음(김봉태 2019).

미국 정부의 화웨이 제재 배경 및 현황⁴⁾

- 미국 정부는 ‘국방 수권법(NDAA)’를 통해 중국이 소유·통제하거나 그렇게 추정되는 기업의 통신 장비 및 서비스를 미국 정부 기관이 조달 계약하는 것을 금지하고 있음. 또한, 대통령 행정 명령을 통해 중국 통신 장비 업체들을 미국 내 5G 구축사업으로부터 완전히 배제하는 방안을 마련하였으며, 현재 진행 중인 미국 통상 협상의 결과에 따라 해당 제품의 수입제한 조치를 시행할 수 있다는 태도를 보임.
- 미국 상무부는 화웨이를 수출통제 기업 리스트(Entity List)에 등재하였으며, 이에 따라 구글, 퀄컴 등의 미국 기업들은 화웨이에 부품, 기술, 소프트웨어 등을 수출할 경우 상무부 산하 산업안보국에서 사전 허가를 받아야 함. 미국 기업들이 산업안보국에 심의를 요청할 수는 있으나, 심의 자체가 ‘거부 추정(Presumption of Denial)’ 원칙을 적용하고 있어 승인을 받을 가능성은 사실상 낮다는 것이 전문가들의 분석임.
- 미국에서 화웨이에 대응할 경쟁 기업이 없는 이유로 1996년 제정된 정보통신법을 들 수 있음. 이 법안은 무선 통신사업 진입 장벽을 낮추고 신규 사업자의 시장참여를 대폭 확대하는 내용을 핵심으로 함. 그 결과 무선 통신 시장에 중소기업체 난립 및 네트워크 중복 투자가 발생함.
 - 당시 미국 통신업체인 루슨트(Lucent)와 모토롤라(Motorola)는 중소기업체에 금융을 제공하는 조건으로 네트워크 장비를 공급하게 됨. 이후 시장 조정으로 중소기업체가 도산하면서 루슨트(Lucent)와 모토롤라(Motorola)는 자금난에 시달리게 되었으며, 루슨트는 결국 프랑스 기업 알카텔(Alcatel)에게 합병당했고, 이후 알카텔-루슨트는 2016년에 노키아에게 합병당함. 모토로라 또한 노키아에 합병당하면서 미국 국적의 메이저 통신 장비 업체가 사라지게 됨.
- 미국의 5G 경쟁력 확보를 위해 트럼프 정부는 브로드컴(싱가폴 소재)의 퀄컴 인수 시도를 불허하였으며, 최근 퀄컴은 애플과의 합의를 통해 화웨이와 경쟁할 수 있는 동력을 확보했다는 평가가 제기됨. 추가로 미국 통신업계는 화웨이와의 경쟁을 위해 네트워크 가상화 기술을 제시하고 있음.

4) 이정민(2019a, 2019b)을 참고하여 작성함.

2.2. 국내외 5G 통신망 추진 현황

2.2.1. 우리나라

- 우리나라에서는 2014년 12월 5G 추진 전략을 수립한 이후 2017년 12월 상용화 로드맵이 작성되었으며, 2018년 2월 평창올림픽에서 5G 시연이 이루어짐. 이후 2018년 6월 5G 주파수 경매가 실시되었으며, 12월에 기업 고객을 대상으로 한 상용서비스가 시작되었음. 2019년 4월 3일부터 전 국민을 대상으로 한 상용서비스가 세계 최초로 개시됨.
 - 현재 상용서비스는 서울·수도권과 광역시를 중심으로 이루어지고 있으며, 2019년 말까지 전국 85개 시로 확장될 계획임(김봉태 2019).
 - 다만 읍·면 단위 농촌 지역으로 확대되기까지는 많은 시간이 소요될 것으로 전망됨.
- 2019년 4월 기준 전국에 85,261개의 기지국이 구축되었으며, 설치된 기지국의 85.6%가 서울·수도권과 광역시에 집중되어 있음. 향후 2019~2023년간 점진적으로 전국망으로 확산·구축할 예정이며, 2023년에는 3.5GHz 기지국 13만 5천 개, 28GHz 기지국 4만 5천 개가 설치될 예정임(김봉태 2019).

〈표 3〉 통신사별 5G 기지국 구축 현황

단위: 개

구분	SKT	KT	LGU+	합계
서울 및 수도권	21,203	22,645	11,051	54,899
5대 광역시	9,344	8,007	733	18,084
그 외 지방(시)	7,666	4,612	0	12,278
합계	38,213	35,264	11,784	85,261

주: 2019년 4월 3일 기준임.

자료: 김봉태 (2019).

2.2.2. 미국

- 미국 정부는 5G 네트워크 구축 지원을 위해 국가 주파수 전략(National Spectrum Strategy)을 골자로 하는 대통령 교서를 2018년 10월 발표함. 주요 내용으로는 주파수 관리에 대한 입법, 규제, 기타 정책적 측면에 대한 권고 사항 등이 포함됨(이은옥·라유선 2019).
- 미국에서는 2019년 4월 기준 AT&T, Verizon을 비롯한 5개 통신사가 5G 서비스를 제공 중이며, 11개 통신사가 5G 상용서비스 계획을 발표한 상태임(김봉태 2019).
 - Verizon은 고정형 인터넷 서비스 “5G 홈”을 2018년 10월부터 상용화하였으며, 2019년 4월 11일부터 스마트폰 5G 상용서비스를 시작함. AT&T는 데이터 모뎀 기반 5G 상용 서비스를 2018년 12월부터 시작함.

2.2.3. 유럽⁵⁾

- 영국은 5G 주파수 경매를 세계 최초(2018년 4월)로 시행하였으며, 단계별 시범사업을 거쳐 2019년 5월부터 혼잡도가 높은 6개 도시(런던, 어든버러, 카디프, 벨파스트, 버밍엄, 맨체스터)부터 상용화(EE통신사)가 시작됨.
 - 영국 정부·기업·지자체가 공동으로 ‘5G Testbeds & Trials’를 통해 제조업과 농업 분야의 효율성 증대, 자율주행차, 공공의료 서비스 확대, 지역 커뮤니티 활성화 사업 등에 5G를 적용한 1단계 실증 프로그램을 진행하고 있음.
- 독일은 2017년 7월 ‘5G Strategy for Germany’를 통해 2022년까지 독일 가구의 98% 이상을 5G로 연결하며, 2025년에는 모든 가구, 산업, 교통 네트워크를 연결하기로 목표를 설정함.
 - 이를 위해 12개 5G 연구센터와 공동으로 과제 및 인프라를 연계하여 5G 연구성과의 효율성 제고를 유도하고 있으며, 5G의 실제 교통환경에 적용하기 위해 고속도로, 도심, 지역 간 테스트베드를 운영 중임.
- 프랑스는 2018년에 파리를 비롯한 22개 지역의 5G 테스트 승인을 완료하였으며, 2019년에 5G 네트워크 설치를 시작하여 2020년부터 상용서비스를 실시할 예정임.

2.2.4. 중국

- 중국 정부는 중국 국무원의 ‘제13차 5개년 국가 정보화 계획’ 및 공신부(工信部)의 ‘정보 통신업계발전계획’을 통해 5G 육성 정책을 추진 중이며, 2020년까지 중국 전역에 5G 네트워크를 구축하는 것이 목표임(장덕환 2019).
- 중국은 2018년 12월에 3대 통신사의 주파수 사용을 허가하였으며 2019년 상반기에는 임시허가증을 발급하고, 하반기에 5G 스마트폰을 출시할 예정임(과학기술정보통신부 2019b). 중국 3대 통신사(중국이동, 중국전신, 중국연통)는 상하이에 5G 시범 서비스를 실시할 예정임(장덕환 2019).
 - CCID 컨설팅사는 5G 관련 중국 시장규모가 2023년 2,292억 위안(약 39조 8,810억 원)까지 증가할 것으로 예상하였음.

2.2.5. 일본

- 2014년 9월 총무성, 이동통신사, 단말·장비 제조사, 학계 등으로 구성된 5GMF를 출범하였으며, 5G 이슈 논의와 국제 표준화에 대응하고 있음. 2019년 2월 152개 기관이 가입되어 있으며, 신규 비즈니스 모델 발굴을 위한 5G 종합 실증실험을 추진 중임(이은옥·라유선 2019).

5) 이은옥·라유선(2019) 자료를 이용하여 작성됨.

- 일본의 경우 2020년 도쿄 올림픽에 맞춰 5G 상용화를 추진하고 있었으나, 2019년 9월 럭비 월드컵 대회까지 상용 서비스 개시 시점을 단축할 예정임(김봉태 2019).
- 2019년 6월 일본 정부는 'IT 신전략(IT新戦略)⁶⁾'에서 전국에 설치된 약 20만 개의 신호등을 일본 내 통신사 4곳(NTT 도코모, KDDI, Softbank, 라쿠텐모바일)에 개방하여 5G 기지국으로 이용하는 방안을 추진할 예정임.
 - 기존 신호등에 IoT 기능을 가진 IT 센서를 부착하여 5G를 저비용으로 빠르게 보급할 수 있도록 2020년부터 실험을 진행할 예정이며, 2023년에 전국 설치를 목표로 삼고 있음. 향후 자율주행 실현, 재해 대비용 통신망(Trusted Mesh Network) 설치도 계획됨.
 - 재해 시에 5G 신호등에 마이넘버카드⁷⁾을 대면 생존을 확인할 수 있는 서비스 등 주민들에게 5G 신호등을 활용한 다양한 서비스 제공을 검토 중임(日本經濟新聞 2019).
- 일본 정부는 통신사를 통한 5G 전국서비스 제공과 함께 지역과 산업 분야의 개별적인 통신 수요에 대응하기 위해 비교적 소규모의 'Local 5G'를 검토하고 있음(總務省 2019, 넷매니아즈 홈페이지).
 - 일본 내에서 4G는 우리나라처럼 이동통신사 4곳만 주파수를 할당받을 수 있음. 이에 반해 Local 5G는 기업이나 일정한 지역 내에서 소규모 5G망을 스스로 구축하여 네트워크를 운영하거나 다른 사람이 구축한 서비스를 이용하는 것을 의미함.
 - 이를 통해 기존 이동통신사가 독점해 온 시장이 다양해질 수 있음. NEC, 파나소닉, 후지쯔 등의 기존 이동통신 장비업체와 신규 통신사업자 등이 Local 5G 시장 진출을 선언하였으며, 경쟁을 통해 5G가 더욱 다양한 형태로 활용될 수 있을 것으로 예상됨.
 - 일본 총무성은 이동통신사 외에 공장, 병원 등 일반기업에서 자신들이 사용할 Local 5G를 구축할 수 있는 주파수를 할당하고 이를 상용화할 예정임.

6) '世界最先端デジタル国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画'을 칭함.

7) 우리나라의 주민등록증과 유사한 신분증임.

03 | 5G를 통한 농업·농촌 분야 응용과 전망

5G 기술 도입으로 농업 생산성과 농촌의 정주 여건이 크게 개선될 것으로 전망

3.1. 농업 분야 응용과 향후 전망

3.1.1. 무인트랙터

- 트랙터 시장의 선도기업은 존디어(John Deere: 미국), CNH(Case & New Holland: 영국), 구보타(Kubota: 일본), 아그코(AGCO: 미국)를 들 수 있음. 경작면적이 넓은 미국과 영국에서는 대형 농기계를 주축으로 하는 존디어와 CNH의 점유율이 높으며, 중소형 농기계 시장에서는 일본기업의 점유율이 높은 상황임. 이들 선도기업은 인공지능(AI) 및 빅데이터를 트랙터에 도입하여 자율주행 무인 트랙터를 개발하고 있음(장시형 2018).
- LG 유플러스와 LS 엠트론은 5G를 기반으로 한 트랙터 원격제어 시스템을 개발 중임. 2019년 3월 직진 및 회전을 할 수 있는 ‘자율주행 트랙터’를 시험하였으며, 2022년 상용화를 목표로 하고 있음(박성은 2019b).
 - 현재 개발된 자율주행 트랙터는 1단계 수준으로 핸들 조작 없이 설정한 작업을 자동으로 할 수 있고, 5G를 통한 데이터 전달로 실시간 작업 위치 확인이 가능함. 이를 통해 조작에서 튜트 초보자도 효율적으로 운전할 수 있어 연료비와 작업시간을 절감할 수 있는 장점이 있음.
 - 2단계 수준은 스스로 작업구획을 설정해 경로를 생성·주행하는 단계이며, 3단계는 사람이 탑승한 상태에서 자율주행하는 수준으로 2021년까지 개발할 예정임. 4단계는 무인 자율주행으로 2022년에 상용화할 예정임.
- LG 유플러스는 5G 기술과 미국 PTC사의 사물 인터넷(IoT), 증강현실(AR) 기술을 접목한 트랙터 원격 진단 서비스를 개발 중임. 트랙터에 설치된 IoT 센서를 통해 차량·엔진·소모품 정보를 수집하고, 실시간 운행 데이터, 운행·정비·수리 이력 등을 수집·분석하여 이용자에게 부품 고장 또는 이상 발생 시 대처방법을 알려주게 됨(배운경 2019).
 - 추가로 트랙터 부품을 증강현실(AR)로 구현하여 부품교체 및 소모품 교환 등을 직접 할 수 있도록 지원할 예정임.
- 존디어사는 완전 자율주행 트랙터에 가까운 트랙터 개발을 완료하였으며, 상용화는 시장 상황을 고려해 추진할 예정임. 존디어사는 2018년에 인공지능 개발업체인 블루리버를 인수하여 기계

학습(Machine Learning)⁸⁾, 딥 러닝(Deep Learning)⁹⁾기능을 장비에 추가하였으며 최근에는 5G를 이용한 네트워크 기술을 접목시켜 보다 효율적인 무인트랙터를 개발 중임(Gagliardi 2018).

- 현재 경지 작업 중인 무인 주행 트랙터 두 대가 서로 정보를 공유하기 위해서는 클라우드 시스템에 데이터를 전송한 뒤 자료 처리 과정을 거쳐 다시 재전송받기까지 30~60초의 시간이 소모됨. 무인 주행 트랙터에 5G를 적용할 경우 통신 소요시간은 1초 이하로 줄어들며, 이는 두 대의 트랙터가 실시간으로 최적의 작업환경을 공유하여 효율성을 극대화할 수 있음.

○ 일본은 농촌 지역 고령화 심화에 따른 작업능력 저하에 대처하기 위해 무인 자율주행 트랙터를 적극적으로 개발하고 있음. 구보다·안마·이세키 등 대형 농기계 브랜드에서 무인 자율주행 트랙터를 2017년부터 출시하고 있으며, 가격대는 평균 900만~1,300만 엔(9,000만~1억 4천만 원)에 형성되어 있음(박성은 2019a). 파나소닉은 현재 4G 기반으로 개발 중인 자율주행 트랙터를 향후 5G로 업그레이드할 계획을 추진 중임(Ebuchi 2019).

○ 중국은 신장 위구르 자치구에서 무인 트랙터를 시범운영하고 있음. 신장 지역은 이촌향도현상으로 2005년에서 2019년 동안 농업노동력이 약 11%(5,800만 명) 감소함. 이에 따라 BUSTC(Beijing Unistrong Science & Technology Cooperation)는 바이두 위성 항법시스템¹⁰⁾과 5G 기술을 접목시켜 자율 운행 트랙터를 개발함(Xia 2019).

- 숙련된 운전자가 트랙터를 조종할 경우 하루당 약 13ha의 면적에 경운·비료살포·파종을 할 수 있으나, 자율주행 트랙터는 하루에 20ha를 처리할 수 있음. 현재 센서 및 드론을 통해 경작지의 습도, 해충, 잡초 정보를 파악하여 5G를 통해 트랙터에 전달하고 있으며, 이를 통해 돌발 상황에 대한 실시간 대응이 가능해짐.

3.1.2. 드론

○ 2020년 세계 드론 시장규모는 약 1,270억 달러(약 151조 원)로 추정되며, 이 중 25%인 324억 달러(약 38조 원)를 농업용 드론이 차지할 것으로 전망됨. 2017년 미국 농업저널인 Farm Journal이 미국 농민을 대상으로 한 조사에서 당해 드론을 도입 예정인 응답자가 31%인 것으로 조사되었으며, 현재 드론을 운영하는 농민이 21%, 드론 서비스 업체를 이용 중인 농민이 12%로 전망됨(손성우 2018).

- 농업용 드론의 주요 용도는 토양상태 측정, 종자 파종, 비료 및 농약 살포, 작물 모니터링, 생육상태 측정 병충해 진단 등이 있음.

8) 인공지능의 연구 분야 중 하나로 인간의 학습능력과 같은 기능을 컴퓨터에서 실현하는 기술임(한경 경제용어사전).

9) 컴퓨터가 사람처럼 여러 데이터를 종합하여 스스로 학습이 가능하도록 인공지능망으로 구축한 기계학습 기술임(한경 경제용어사전).

10) 중국에서 구축한 독자 위성항법 시스템

- 농업용 드론의 주요 제조업체로는 PrecisionHawk(미국), DJI(중국), YAMAHA(일본) 등이 있으며, 국내 업체로는 유콘시스템, 천풍 무인항공, 한국헬리콥터 등이 있음(염경환·정희중 2019).
- 드론 통신을 위해 사용되는 주파수 대역이 한정(2.4GHz/5.8GHz)되어 있어 드론 운용이 증가하면서 상호 전파 간섭이 발생하고 있음(손성화 외 2016). 이에 대한 해결책으로 이동통신망을 이용하여 드론을 조종하는 기술이 개발되었으며, 주요 업체들은 이미 서비스 중인 4G를 기반으로 한 이동통신망 활용 기술을 개발함(염경환·정희중 2019).
- 무인 비행을 하는 드론의 특성상 향후 5G의 개선된 속도와 초저지연 기술을 적용할 경우 수집된 정보의 실시간 통신이 가능해짐. 현재 구글, 인텔, 차이나모바일 등에서 5G를 적용한 드론을 개발하고 있음(전황수 2017).
- 현재 국내 작물 모니터링에 사용되는 드론의 경우 5~10cm를 1픽셀로 촬영하는 해상도를 가지고 있어 필지 단위로 촬영을 하고 있으며, 100ha 촬영 시 약 2~3GB 용량을 차지함. 촬영 단위를 농가 단위로 확대하기 위해서는 보다 세밀한 촬영이 필요하나 데이터 용량이 커져 자료 송수신에 시간이 많이 소모될 수 있음. 5G를 이용하여 데이터를 교환할 경우 빠른시간에 대용량 자료를 전달할 수 있으며, 더 자세한 데이터를 통해 작물 모니터링 정확도를 향상시킬 수 있음.
- SK 텔레콤은 5G 통신망을 이용하여 드론으로 촬영한 영상을 원거리에서 모바일 앱을 통해 실시간으로 전송받을 수 있는 ‘T라이브캐스터’ 서비스를 출시한다고 발표함(과학기술정보통신부 2019a). 실제로 ‘T라이브캐스터’ 드론은 올해 4월 강원도 속초 산불 발생 때 현장에 투입되어 산불 진화에 활용되었음(유다정 2019).
- 현재 국내에서 드론을 포함한 무인기 제어용으로 사용되는 통신 주파수는 서비스 범위 내의 이동통신망, 비면허 소출력 대역(2.4ghz, 5.8ghz), 5,030~5,091mhz 대역 통신링크 등이 있으나, 상업용 무인기 이용 및 공공용도 무인기 도입 증가 등이 예상되면서 향후 추가적인 주파수 확보가 필요한 상황임(오경륜 2018).
- 무인기 운전에 필요한 제어용 주파수 이외에 무인기에서 생성한 정보를 송수신하기 위한 임무장비용 주파수는 5,091~5,150mhz가 할당되어 있으나, 글로벌 표준이 확립되지 않고 각국에 맡겨진 상황임.

3.1.3. 축산 분야

- LG 유플러스는 5G 기술을 활용해 ‘농가소득·편의 솔루션’과 ‘안전·보안 솔루션’ 등을 농업인들에게 제공할 예정임. 구체적인 사례로 돼지의 출하체중 확인을 통해 출하 적기를 판단하는 ‘양돈장 모니터링’, IoT 기반 바이오캡슐로 소의 건강을 관리해 한우 출하성적 향상 및 젖소의 유질향상을 돕는 ‘소탐지 솔루션’ 등을 개발할 예정임(조현기 2019).

- KT는 기존에 인간 사이의 전염병 확산 방지를 위한 플랫폼(GEPP)을 구축한 바 있음. 질병관리본부의 해외 감염병 오염 지역 정보를 토대로 KT가입자의 로밍 정보를 확인해 오염 지역을 방문한 고객의 정보를 질병관리본부에 제공함. 이를 바탕으로 정부는 해외 여행객의 이동경로를 판단하게 되고, 국민들은 방문하고자 하는 국가의 전염병에 대한 정보를 파악할 수 있게 됨(정운희 2019).
 - 실례로 2018년 9월 메르스 확진 환자 발생 시 GEPP가 가동되었으며, 발병 38일 이후 메르스 사태가 공식적으로 종식선언될 때까지 추가 감염은 발생하지 않았음.
- KT는 앞서 설명한 GEPP를 바탕으로 5G와 빅데이터 처리 기술을 이용하여 가축 전염병 전파를 차단하는 내용을 골자로 하는 글로벌 가축 전염병 방지 플랫폼(LEPP) 구축을 제안함.
 - LEPP 구축을 위해 FAO는 가축 전염병 발생 정보를 수집해 세계에 전파하고, 각국에서는 축산농가 정보를 LEPP에 보고할 필요가 있으며, 개인정보는 블록체인 기술을 바탕으로 보호됨.
- 시스코(CISCO)사는 Agri-EPi 센터와 함께 영국 남서부 지역의 쉐튼 말렛 지역에 5G를 이용한 암소 관리 시스템을 시험 중임. 현재 180마리 중 50마리의 젖소에 목걸이 형태의 5G 단말기와 건강상태 확인용 이표를 부착하여 소 개체의 건강상태 파악 및 스트레스 정도를 측정하고 있음(Stock 2019).

3.2. 농촌 분야 응용과 향후 전망

- 5G 기술이 도입되면 농촌에 지능형 CCTV, 원격진료, 자율주행차가 등장할 수 있음. 이에 따라 안전, 의료, 교통 등 정주 여건 측면에서 농촌 주민의 생활 수준이 크게 개선될 것으로 전망됨.
- 그러나 농촌 지역에 5G 기술이 도입되어 정착되기 위해서는 인프라 구축을 위해 상당한 수준의 투자가 선행되어야 할 것으로 보임.
 - 농촌과 같은 특정 지역이 기술 세계에 진입하기 위해서는 해당 지역이 자신만의 기술문화를 개발할 수 있는 능력을 반드시 지니고 있어야 하며 이를 위해서는 자본, 교육, 하부구조에 대한 상당한 투입이 필요함(Chayko 2018).
 - 다만 투자 과정에서 지역의 수요를 충분히 고려할 필요가 있으며 각 분야 규범·정책·법 등 제도적 측면에서도 빈틈없는 준비가 이루어져야 함.
- 한편 영국 정부는 5G 정책 관련 재원 사용의 우선순위를 농촌 지역에 두고 정책을 추진해 나가고 있음(GOV.UK 2018). 그리고 한국 정부는 2019년부터 4차 산업혁명 혜택을 농어촌에서도 향유할 수 있도록 과학기술정보통신부 주관으로 “스마트빌리지 보급 및 확산 사업”을 진행하고 있음(과학기술정보통신부 2019d).

- 영국은 IT 기업인 시스코와 스트래스클라이드 대학 주도로 농촌 지역에 5G 무선 모바일 연결성을 위한 테스트 환경을 형성하고 실험하는 '5G RuralFirst' 프로젝트를 진행하고 있음(5G RuralFirst 홈페이지).
- 한국 과학기술정보통신부는 2019년 6월 24일 "스마트빌리지 보급 및 확산 사업"의 대상지로 강원도 삼척시 근덕면과 전남 무안군 무안읍을 선정하고, 이들 두 곳에 농어촌 지역 특성을 반영할 수 있는 지능정보기술을 발굴하고 마을 주민이 체감할 수 있도록 4~5개 서비스를 개발하여 적용할 예정¹¹⁾임.

3.2.1. 지능형 CCTV

- 농어촌 지역은 절도·강도 등 범죄로부터 안전하다고 느끼는 만족도, 범죄 안전시설 및 설비 구축에 대한 만족도, 화재 발생에 따른 대응 시설(소방서 등) 구비 정도에 대한 만족도 모두 도시에 비해 낮은 것으로 나타났음(유은영 2018).
- 5G 기술로 지역의 안전·위험 상황을 실시간 감시·대응하는 지능형 CCTV가 도입된다면 농촌의 안전도가 개선될 수 있음. 또한 사람이 하던 영상 분석 업무를 기계가 대신함으로써 소수의 관리 인원만으로 안전도 개선이 효과적으로 이루어질 것으로 전망됨.
 - 지능형 CCTV는 강력한 범죄 억제 기능을 지닐 것으로 보이며 농촌 주민뿐 아니라 관광객들의 안전 또한 확보함으로써 관광 산업에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있음.
 - 또한 화재 발생의 조기 발견이 가능해 상대적으로 소방서가 가까이 없는 농촌의 화재 발생 위험을 감소시킬 수 있음.

3.2.2. 헬스케어

- 농촌은 도시에 비해 의료서비스 혜택을 받기 어려운 열악한 상황에 있음. 농촌에서 10분 이내에 병원(한의원 포함)을 이용할 수 있는 마을의 비율은 읍의 경우 50%, 면의 경우 25.8%에 불과함(통계청 농림어업총조사 2015, 성주인 2018에서 재인용). 이로 인해 거동이 불편한 고령 농업인의 경우 병원에 가기 위해서는 장시간 이동해야 한다는 번거로움이 있음.
 - 결과적으로 농어촌 주민은 보건·복지 부문(의료서비스 접근성, 의료서비스 수준, 산부인과 의료서비스 포함)에 대한 주관적 만족도가 전반적으로 도시에 비해 크게 낮으며 격차도 벌어지고 있는 것으로 조사되었음(유은영 2018).

11) 삼척시 근덕면에는 "지속가능한 스마트 에너지혁신 마을"을 구축하고 ① 스마트에너지뱅크, ② 신재생에너지 마을관리, ③ ICT 융합기반 축우 관리, ④ 마을지킴이 드론, ⑤ 지능형 영상보안관 서비스를 제공할 예정임. 무안군 무안읍에서는 "체험장 기반의 참여형 커뮤니티케어 서비스"를 구축하여 ① 드론기반 정밀 농업정보 서비스, ② 양방향 소통 어르신 돌봄 서비스, ③ 스마트 쓰레기통 서비스, ④ 태양광 안내판 기반 지역정보 서비스, ⑤ 체험관 및 IoT통합관리 서비스를 제공할 예정임.

- 5G 기술 적용으로 원격 모니터링과 원격 진료가 본격화되면 농촌에서도 첨단 의료 서비스의 혜택을 낮은 비용으로 누릴 수 있게 될 것임. 도시에 집중되어 있는 의료 서비스가 시·군으로 분산되고 농촌 주민들은 대기 시간 거의 없이 의료서비스를 누릴 수 있음.
 - 2017년 11월부터 충남 홍성군에서는 고혈압 당뇨병 등 만성질환자를 대상으로 의사-환자 간 원격진료 시범 사업을 진행 중임. 간호사나 보호자가 환자 대신 의사의 처방을 받아 약국에서 약을 받을 수 있음. 또한 2019년 7월 23일 강원도 원주시와 춘천시 일부 지역은 디지털 헬스케어 관련 규제자유특구로 지정돼 원격진료¹²⁾가 가능하게 되었음(중소벤처기업부 2019). 한편, 원격진료가 활성화된 일본에서는 약을 배달 서비스로 받을 수 있으며, 2018년 4월부터 원격진료를 건강보험에서 지원하고 있음(이진한 2018).
- 5G를 이용한 원격진료가 본격적으로 도입되기 위해서는 우선 의료법 개정이 필요함. 현행 의료법은 의료인이 원격으로 환자의 질병 진단과 진료를 제공하는 것을 금지하고 있음. 이에 따라 원격 진료는 2000년 이후 약 20년간 시범 사업 위주로 실시하고 있으며, 의약품은 온라인으로 처방받아 택배로 전달하는 원격 조제 역시 국내에서는 불법인 상황임(이지성 2019). 따라서 5G를 활용한 헬스케어가 본격적으로 도입되기 위해서는 관련 규제의 개정·완화에 대한 논의가 필요함.

3.2.3. 자율주행차

- 농촌 주민들은 대중교통 인프라가 도시에 비해 열악하며 모든 지역에 버스가 다니기 어려워 이동권이 제약받고 있음. 또한 농촌은 고령화로 인해 고령 운전자의 비중이 높은 편이며 이들은 인지 능력 저하로 사고 위험성이 높아 안전에 대한 우려도 높아지고 있음(김용렬 외 2019).
 - 2017년 농어촌 지역 총 행정리 36,527개 지역 중에서 32,360개 지역이(88.6%) 마을 내에서 대중교통을 하루 3회 이상 이용¹³⁾할 수 있는 것으로 나타났음(정도채 외 2017). 또한 농촌 주민의 버스, 택시 등 대중교통 이용에 대한 주관적 만족도는 도시 지역과 큰 격차가 있었음(유은영 2018).
 - 농촌 교통사고 치사율은 100명당 6.5명으로 도시의 1.2명에 비해 5배 이상 높았음(도로교통공단 교통사고 종합 분석센터, 김도웅·김재욱 2019에서 재인용).
- 자율주행차가 농촌에 도입된다면 농촌 주민들의 이동성이 보장되고 교통사고로 인한 위험을 감소될 수 있을 것으로 기대됨.

12) 강원도 격오지의 만성질환자 중 재진환자를 대상으로 1차 의료기관에서 원격으로 모니터링 및 내원안내, 상담·교육, 진단·처방을 행할 수 있게 되었음. 이를 통해 민간의료기관은 원격의료의 전과정을 실증해 볼 수 있는 기회를 부여받게 되었음.

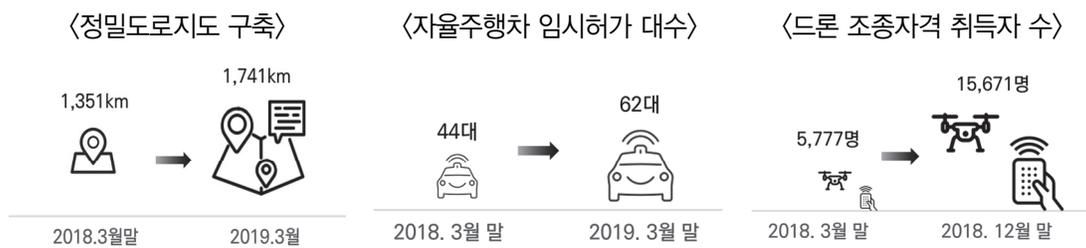
13) 도서 지역의 경우 모든 본도에 1일 왕복 1회 이상의 여객선이 운항하는 것을 기준으로 함.

- 선진국에는 자율주행차를 내년부터 본격적으로 도입할 것으로 보임. 세계 최대 차량공유업체 우버(Uber)사는 2016년 볼보사와 ‘자율주행차 공동 개발 파트너십’을 체결한 이후 테스트를 진행해온 끝에 볼보의 SUV인 ‘XC90’를 기반으로 한 자율주행차를 완성하여 공개하였고 2020년 출시할 예정임(최태인 2019). 국내에서는 규제자유특구에 의한 규제특례를 통해 세종시 내 일부 BRT도로, 도심공원에서 자율주행 상용버스 운행 실증이 허용되었음(중소벤처기업부 2019).
- 그러나 국내에서는 자율주행차에 필요한 레이더, 카메라, 라이다 등 각종 센서 부품들을 제대로 만들어 낼 기술이 부족한 실정(선진국 대비 30~80% 수준)이며 정부 규제로 연구 개발 및 인력 유입이 원활히 이루어지지 못하고 있음(김강한 2019). 농촌의 자율주행차 도입에도 역시 많은 기술적·행정적 절차들이 요구될 것임.

과학기술정보통신부, 분야별 4차 산업혁명 지표 발표¹⁴⁾

○ 과학기술정보통신부는 2019년 7월 2일 인공지능 스피커, 드론·자율주행차, 핀테크 사업체, 스마트 공장 등 분야별 4차 산업혁명 지표를 발표하였음. 이는 정부가 2017년 11월 수립·발표한 「4차 산업혁명 대응계획(I-KOREA 4.0)」과 관련, 4차 산업혁명 추진상황을 국민과 기업이 알기 쉽고 관심 있을 만한 지표로 선정·조사한 것임. 이 중에서 농업·농촌과 직간접적으로 관련 있는 지표들을 소개하면 다음과 같음.

- (초연결 지능형 네트워크) 사물인터넷 서비스 가입 수는 2018년 12월 기준 1,856만 개로 전년 대비 33.2% 증가했음. 2019년 4월 3일 세계 최초로 상용화한 5세대 이동통신 가입자 수는 100만 명을 돌파했음(2019년 6월 10일 기준). 2019년 처음 서비스하는 10기가 인터넷망 전국 인터넷 가능 지역(전국 커버리지)은 6.86%임.
- (스마트 이동체) 자율주행자동차용 정밀지도는 2019년 3월 기준 1,741km(전년 대비 28.9% 증가) 구축했음. 2019년 자율차를 위한 첨단 도로 시스템(C-ITS)은 323km 구축하여 전년 대비 267% 증가했음. 자율주행차 운행을 위해 국토부로부터 임시운행허가를 받은 차량은 2019년 3월 기준 62대로 전년 대비 40.9% 확대되었음. 드론 조종자격 취득자 수는 15,671명(2018년 12월 기준)임. 상업용(또는 12kg 이상) 드론은 7,177대(2018년 12월 기준)로 전년 대비 60% 증가했음.



- (시티) 교통, 방범, 환경 등 도시문제를 해결·관리하기 위한 스마트시티 통합플랫폼 기반구축사업에 참여한 지자체는 전년보다 15개 증가한 37개 도시(2019년 기준)로 확산했음.
- (농업) ICT 접목된 스마트팜이 확대되어, 시설원에 스마트팜 면적은 전년 대비 22.2% 증가한 4,900ha(2018년 12월 기준), 축산 분야 스마트팜 도입 농가 수는 전년 대비 77.9% 증가한 1,425호(2018년 12월 기준)였음. 밭농업 기계화율 역시 2018년 60.2%로 전년 대비 1.9%p 증가하였음.

지표	2017	2018	증감률
스마트팜 확산	시설원에 4,010ha	시설원에 4,900ha	22.2%
	축산 801호	축산 1,425호	77.9%
밭농업 기계화율(%)	58.3%	60.2%	1.9%p

14) 과학기술정보통신부(2019e)를 참고하여 작성함.

04 | 5G 기술에 대한 농업인들의 관심도

농업인들은 5G 기술 활용에 전반적으로 높은 관심을 보이나,
연령별·영농형태별로 관심도에 차이 존재

- 5세대 무선 이동통신 기술(5G)이 실용화되면서 산업 전반에 큰 영향력을 미칠 것으로 예측되며, 기존에 농업·농촌 분야에 적용되던 관행 기술과 융합하면서 작업 효율과 편의성이 더욱 개선될 것으로 판단됨. 이와 관련하여 우리 연구원에서는 5G 기술의 농업·농촌 분야 응용에 대해서 농업인들의 선호도 조사¹⁵⁾를 실시함.
- 조사 결과, 농업인들은 5G가 적용된 첨단 신기술보다는 현재 사용 중인 기술에 5G가 결합하여 개선된 성능을 보이는 기술에 관심이 더 큰 것으로 조사됨.
 - 예를 들어 현재 사용 중인 농업용 드론에 5G 기술이 접목되어 조종성 향상에 따른 농약, 비료살포, 작물모니터링 기능 개선이 가능한 점에 대해 많은 관심(65.2%)을 표시하였음. 이에 반해 현재 개발 중인 5G 기술이 적용된 자율 주행 자동차의 선택 비율은 상대적으로 낮은 선택 비율(28.0%)을 보이고 있음.

4.1. 전체 농업인 분석 결과

- 설문에 참여한 전체 농가를 대상으로 한 분석 결과, 5G에 기반한 첨단 기술 중 ‘농업용 드론’에 65.2%가 응답하여 가장 많은 관심을 보였으며, 이어서 ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템’이 63.2%, ‘농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템’이 49.4%로 3위를 차지함.
 - 이외에 ‘CCTV 방범 시스템’과 ‘스마트팜 및 스마트 빌리지’ 선택 비율이 각각 45.9%와 44.4%로 조사되었으며, ‘과수 생육 품질 관리 시스템’이 38.5%, ‘원격 의료 시스템’은 36.8%로 집계됨.

15) 2019년 7월 8일부터 7월 12일까지 농업인으로 구성된 KREI 현지통신원 1,609명을 대상으로 5G 활용 기술에 대한 관심도를 설문조사하였으며 1,073명이 응답했음(응답률 66.7%).

〈표 4〉 5G 기술의 농업·농촌 분야 활용에 대한 농업인 관심도

단위: %

	5G 기반 첨단 농업 기술 종류	기술 내용	선택 비율
1위	농업용 드론	농약 및 비료살포, 작물 모니터링	65.2%
2위	병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템	병해충 발생 시 농가통보 및 대처방안 전달	63.2%
3위	농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템	농장별 기온, 강수량 일사량 등 기상 정보 제공	49.4%
4위	CCTV 방법 시스템	지역 안전·위험사항을 실시간 감시·대응	45.9%
5위	스마트팜 및 스마트 빌리지	농장관리 자동화 및 지역환경 개선	44.4%
6위	과수 생육 품질 관리 시스템	과수 생육 및 재배 정보 제공으로 고품질 과일 생산	38.5%
7위	원격의료 시스템	원격 모니터링 및 진료로 농촌 지역 의료서비스 개선	36.8%
8위	자율주행 트랙터	초보자 조작 용이 및 작업량 증대	34.6%
9위	농기계관리	실시간 모니터링을 통한 고장진단	33.2%
10위	자율주행 자동차	농촌주민 이동성 보장 및 교통사고 위험 감소	28.0%
11위	화재 관리 시스템	농업 관련 시설 및 농가 주택에 화재 경보 장치 설치	19.9%
12위	축산관리기술	가축의 건강상태 및 출하체중 확인 점검, 젖소 유질 향상	19.7%

4.2. 연령대별 농업인 분석 결과

- 농업·농촌 분야에 활용되는 5G 기반 첨단 기술에 대한 관심도를 연령대별로 분석한 결과, 전체 연령대에서 59.7~70.4%를 차지한 ‘농업용 드론’이 1위를 차지함. 농업용 드론은 농약 및 비료살포 작업 등에서 노동력과 비용 절감 효과가 크기 때문에 향후 농가의 드론 서비스 이용은 점차 증가할 것으로 판단됨. 2위로는 전 연령대에서 ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템’이 선택되었으며, 선택 비율은 연령대별로 56.9~65.9%에 달함.
- 연령대에 따라 순위 차이는 있었으나, ‘농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템’과 ‘CCTV 방법 시스템’은 전 연령대에서 고른 관심도를 보임. ‘농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템’은 41.7~53.6%의 선택 비율을 보였으며, ‘CCTV 방법 시스템’은 40.3~48.2%의 선택 비율로 나타났음.
- ‘스마트팜 및 스마트 빌리지’의 경우 젊은 연령층인 20~40대와 50대의 선택 비율은 51.9%와 45.0%로 나타났으나, 60대와 70대 이상에서는 크게 관심을 받지 못하였음. 반대로 원격 의료 시스템의 경우 20~40대와 50대에서는 크게 주목을 받지 못하였으나 60대와 70대 이상에서는 선택 비율이 각각 44.5%와 45.8%로 나타나 고령층일수록 원격 의료 시스템에 관심을 많이 가지는 것으로 분석됨.

〈표 5〉 연령별 5G 기술의 농업·농촌 분야 활용에 대한 농업인 관심도

	20~40대	선택 비율	50대	선택 비율
1위	농업용 드론	60.7%	농업용 드론	66.1%
2위	병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템	58.0%	병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템	65.0%
3위	스마트팜 및 스마트 빌리지	51.9%	농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템	53.6%
4위	농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템	49.2%	CCTV 방법 시스템	45.3%
5위	CCTV 방법 시스템	45.4%	스마트팜 및 스마트 빌리지	45.0%
	응답자 수	295명	응답자 수	351명
	60대	선택 비율	70대 이상	선택 비율
1위	농업용 드론	70.4%	농업용 드론	59.7%
2위	병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템	65.9%	병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템	56.9%
3위	CCTV 방법 시스템	48.2%	원격의료 시스템	45.8%
4위	농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템	47.0%	농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템	41.7%
5위	원격의료 시스템	44.5%	CCTV 방법 시스템	40.3%
	응답자 수	355명	응답자 수	72명

4.3. 영농형태별 농업인 분석 결과

- 농가들은 영농형태별로도 5G 기술 활용에 대한 관심사가 조금씩 다른 것으로 나타났음. 노지재배 농가는 ‘농업용 드론’, 시설재배 농가는 ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템’, 축산농가는 ‘축산관리 기술’ 활용에 대한 관심이 가장 높았음.
 - 노지재배 농가는 ‘농업용 드론(67.8%)’, ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템(66.2%)’, ‘농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템(48.1%)’에 높은 관심을 지니고 있는 것으로 조사되었음.
 - 시설재배 농가는 ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템(73.1%)’, ‘농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템(65.7%)’, ‘스마트팜 및 스마트 빌리지(60.2%)’에 대한 관심이 높았음.
 - 축산농가는 ‘축산관리 기술(75.9%)’, ‘농업용 드론(54.4%)’, ‘CCTV 방법 시스템(51.9%)’ 순으로 높은 관심도를 보였음.

〈표 6〉 영농형태별 5G 기술의 농업·농촌 분야 활용에 대한 농업인 관심도

단위: %

	노지재배	시설재배	축산
자율주행 트랙터	35.8	27.8	31.6
농기계 관리	34.3	26.9	31.6
농업용 드론	67.8	55.6	54.4
축산관리 기술	16.3	5.6	75.9
CCTV 방법 시스템	44.3	51.9	51.9
화재 관리 시스템	16.6	32.4	31.6
원격 의료 시스템	38.2	26.9	34.2
자율주행 자동차	28.4	25.0	34.2
병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템	66.2	73.1	35.4
과수 생육 품질 관리 시스템	41.3	38.9	16.5
농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템	48.1	65.7	43.0
스마트팜 및 스마트 빌리지	43.3	60.2	48.1

○ 다음으로 영농형태별로 경제적 부담이 없다면 5G 기술의 보급이 향후 농업·농촌 활동에 어느 정도 도움이 되는지를 조사하였음. 경종(노지재배, 시설재배) 농가들은 ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템’과 ‘농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템’에 대한 기대가 높았으며, 축산 농가는 ‘축산관리 기술’이 향후 농업·농촌 활동에 가장 큰 도움을 줄 것으로 평가했음. 한편 ‘CCTV 방법 시스템’은 모든 종류의 농가들에서 높은 평가를 받았는데 이는 도시에 비해 상대적으로 취약한 사회안전망을 지닌 농촌의 현실을 반영한 것이라 할 수 있음.

- 노지재배 농가들은 ‘CCTV 방법 시스템(84.0)’, ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템(83.9)’, ‘농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템(83.8)’이 보급된다면 농업·농촌 활동에 도움이 될 것이라고 보았음.
- 시설재배 농업인은 노지재배 농업인과 비슷했으나 ‘농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템(85.6)’, ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템(85.5)’, ‘CCTV 방법 시스템(84.4)’ 순으로 도움이 될 것이라 평가하였음.
- 축산 농업인은 ‘축산관리 기술(92.7)’, ‘CCTV 방법 시스템(89.9)’, ‘원격 의료 시스템(87.3)’ 순으로 도움이 될 것이라 평가했음.

〈표 7〉 5G 기술이 향후 농업·농촌 활동에 도움이 되는 정도

단위: 점(100점 만점)

	노지재배	시설재배	축산
자율주행 트랙터	70.5	67.4	73.8
농기계 관리	77.9	77.2	79.4
농업용 드론	82.6	78.4	85.9
축산관리 기술	76.5	71.2	92.7
CCTV 방범 시스템	84.0	84.4	89.9
화재 관리 시스템	81.8	83.2	86.5
원격 의료 시스템	81.5	80.3	87.3
자율주행 자동차	73.0	75.6	75.7
병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템	83.9	85.5	84.3
과수 생육 품질 관리 시스템	81.4	82.0	82.9
농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템	83.8	85.6	85.9
스마트팜 및 스마트 빌리지	79.5	82.9	84.9

주: 각각의 5G 기술 활용에 대해 100점 만점으로 평가하였음. '매우 도움이 됨'은 100점, '보통임'은 50점, '전혀 도움이 되지 않음'은 0점이었음.

05 | 요약 및 시사점

**5G와 주변 기술에 대한 동반 투자 시 시너지 효과 극대화로 4차 산업혁명 현실화 체감 가능
농업인들은 5G 기반 첨단 기술의 농업·농촌 활용에 큰 관심
그러나 5G 인프라가 농촌 지역까지 확대되는 데 많은 시간 소요 전망**

- 5G는 데이터 전달 속도가 4G의 20배에 달하며, 동시에 접속할 수 있는 기기의 수는 10배로 늘었음. 이외에도 네트워크 에너지 효율성, 주파수 효율 면에서 크게 개선되어 미래의 이동통신 환경은 급변할 것으로 예상됨. 이에 따라 5G 기술은 4차 산업혁명을 위한 범용기술로 산업 전반에 큰 영향력을 미칠 것으로 보이며, 특히 에너지, 운송, 모빌리티, 헬스케어, 농업, 공공안전, 환경, 여행, 문화 분야에서 5G를 기존 기술에 접목하려는 시도가 나타나고 있음.
- 세계 시장에서 이동통신 기술은 미국이 제일 앞서 있으며, 이어서 유럽, 중국, 한국, 일본 순인 것으로 분석됨. 또한 네트워크 기술 역시 한국은 주요 선진국보다 기술 수준이 약간 낮은 것으로 분석됨. 그러나 5G 시장이 초기 단계인 점과 우리나라의 이동통신 인프라 및 단말기 제조, ICT 제조업 경쟁력은 높은 수준임을 고려할 때, 향후 적극적인 개발 및 투자로 기술 격차를 만회할 수 있음.
 - 5G 상용 서비스를 우리나라와 미국은 2019년 4월 초에 시작하였으며, 영국은 5월, 중국 및 일본은 2019년 하반기, 프랑스는 2020년부터 시작할 예정임.
- 주요국들은 5G 기술이 적용된 자율주행 트랙터를 개발하여 고령화가 심화되고 있는 농촌의 노동 생산성을 보존하고자 노력하고 있음. 자율주행 트랙터는 쉬운 조작방식으로 초보자도 기존의 숙련된 인력이 담당하던 작업량을 해결할 수 있으며, 5G를 통한 연동 기술을 적용하여 2대 이상의 트랙터를 동시에 작업할 수 있는 장점도 있음.
- 5G 기반 드론의 경우 이전에 비해 대용량 자료의 실시간 통신이 가능해 보다 해상도 높은 데이터를 촬영·전송함으로써 작물 모니터링 정확도가 개선될 수 있음. 축산 분야에서는 5G 기술을 활용하여 소·돼지의 모니터링과 품질 향상을 도모할 수 있으며, 5G와 빅데이터 처리 기술을 활용하여 가축 전염병 방지 플랫폼 구축이 가능해질 것으로 보임.
- 농촌 분야에 5G 기술 도입으로 지능형 CCTV, 원격진료, 자율주행차가 등장할 수 있어 안전, 의료, 교통, 교육 등 정주 여건이 열악한 농촌이 물리적 한계를 극복하고 생활 수준을 크게 개선시킬 수 있을 것으로 전망됨.

- 5G와 영상 분석기능이 탑재된 지능형 CCTV 도입으로 농촌 지역 방범 환경 개선 및 화재발생 시 조기탐지로 농촌 지역 치안 및 안전서비스 수준이 향상될 수 있음.
 - 5G 기술이 적용된 원격 모니터링과 원격진료 도입으로 첨단 의료서비스 제공이 가능해지며, 대기시간 없이 진료가 가능해짐.
 - 대중교통이 열악한 농촌 지역에 5G가 접목된 자율주행차가 운행될 경우 농촌 지역의 이동성 보장과 교통사고 위험을 감소시킬 수 있을 것으로 기대됨.
- 그러나 농촌 지역에 5G 기술이 정착되기 위해서는 인프라 구축을 위해 상당한 수준의 투자가 선행되어야 하고, 시간도 많이 소요될 것으로 보임. 특히 투자 과정에서 지역의 수요를 충분히 고려할 필요가 있으며, 각 분야 규범·정책·법률 등 제도적 측면에서도 적절한 준비가 이루어져야 함.
- 실례로 현행 의료법은 의료인이 원격으로 환자의 질병 진단과 진료를 제공하는 것을 금지하고 있으며, 의약품을 온라인으로 처방받아 택배로 전달하는 원격 조제 역시 금지되어 있음. 따라서 5G를 이용한 원격진료가 본격적으로 도입되기 위해서는 의료법 개정에 대한 논의가 필요함.
- 농업인을 대상으로 5G 기술의 농업·농촌 분야 활용에 대한 농업인 관심도 조사 결과, 농가들은 첨단 농업 기술 중 ‘농업용 드론’을 이용한 농약 및 비료살포, 작물 모니터링에 가장 많은 관심을 보였으며, 이어서 ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템’, ‘농장 맞춤형 기상정보 조기경보 시스템’에 높은 관심을 보였음. 다만 연령별·영농형태별로 관심도에 차이가 있는 것으로 나타났음.
- ‘농업용 드론’은 모든 연령대에서 가장 많은 관심을 받은 기술이었으며, ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템’, ‘농장 맞춤형 기상재해 조기경보 시스템’, ‘CCTV 방범 시스템’ 역시 전 연령대에서 고른 관심을 받았음. 한편 ‘스마트팜 및 스마트 빌리지’의 경우 고령층일수록 관심도는 감소했으나 ‘원격진료 시스템’에 대한 관심은 반대로 고령층일수록 커지는 것으로 나타났음.
 - 영농형태별로 가장 관심 있는 기술이 모두 다른 것으로 조사되었음. 노지재배 농가는 ‘농업용 드론’, 시설재배 농가는 ‘병해충 및 잡초 예찰 관리 시스템’, 축산농가는 ‘축산관리 기술’ 활용에 대한 관심이 가장 높은 것으로 나타났음.
- 농업을 비롯한 다양한 산업 분야에서 5G 기술이 4차 산업혁명을 현실화할 수 있는 수단 중 하나로 기대되고 있음. 이에 따라 주요 선진국에서는 5G 기술에 대한 투자를 확대시키고 있어 향후 5G 관련 기술의 파급 범위는 점차 증대될 것으로 판단됨.
- 그러나 5G 기술은 정보 전달의 효율성을 위한 기술이므로 5G 기술과 4차 산업혁명 활성화를 위해서는 빅데이터 처리 및 인공지능을 비롯한 주변 기술이 동반 발전되어야 시너지 효과가 극대화될 것임. 이는 고속도로(5G)만 신설한다고 해서 산업발전(4차 산업혁명)이 동반되지 않는 것과 유사함.
 - 따라서 5G 기술과 연계되어 있는 빅데이터 수집 및 처리를 위한 센서와 알고리즘 기술 개발, 인공지능(AI), 가상 및 증강현실(VR/AR) 등에 대한 지원을 통해 시너지 효과를 유도할 필요가 있음.

참고문헌

- 과학기술정보통신부. 2019a. 1. 24. “드론분야 첨단 기술제품의 장, 2019 드론쇼 코리아 개막.”
- _____. 2019b. 4. 8. “혁신성장 실현을 위한 5G+ 전략.”
- _____. 2019c. 6. 19. “5G플러스 전략 실행계획(안).”
- _____. 2019d. 6. 25. “과기정통부, 지능정보기술로 농어촌 지역 현안 해결 및 생활편의 개선: 강원 삼척시, 전남 무안군 대상 스마트빌리지 사업 본격 추진.”
- _____. 2019e. 7. 1. “4차 산업혁명 대응계획 발표, 그 후 4차 산업혁명 어떻게 되고 있나?”
- 김봉태. 2019. 4. 25. 『5G 상용화시대-시장성과 기술력의 한계』. 제5회 과학기술혁신성장포럼 ICT 분야 3회 연속 토론회 자료. pp. 5-23.
- 김용렬·이정민·우성휘. 2019. “고령 운전자 운전면허 관리 강화에 대한 농촌의 의견.” 한국농촌경제연구원.
- 김재현·조인호·김선영·이창섭·김재경·김희수. 2018. 『5G의 사회경제적 파급효과 분석』. KT경제경영연구소, 도로교통공단. 2018. 7. 2018년 교통사고 통계분석.
- 박종일·현경민·정근호·최형욱·백재욱·민준홍·김영규·선우의성. 2018. “모바일트렌드 2019: 지금 우리에게 5G란 무엇인가.” 미래의창.
- 성주인. 2018. 12. 19. “농어촌 삶의 질 향상 정책 성과와 과제.” 2018 농어촌 삶의 질 향상 정책 컨퍼런스.
- 손성우. 2018. 7. 18. “농업의 미래, 드론과 함께하는 스마트 농업시대.” KOTRA 해외시장뉴스.
- 손성화·강진혁·박경준. 2016. “드론 무선통신의 개요 및 이슈.” 『한국통신학회지(정보와통신)』 33(2): 93-99.
- 신동형. 2019. 4. 26. “5G 시대가 갖는 의미와 가져올 변화들.” 2019 Smart of Things 세미나 발표자료.
- 염경환·정희중. 2019. 5. 『농업용 드론』. 한국과학기술기획평가원. pp. 11-19.
- 오경륜. 2018. 1. 『드론 해외기술 규제 가이드』. 국가 기술표준원 KSA 한국 표준협회. pp. 12-19.
- 유은영. 2018. 『2018 농어촌 주민의 정주 만족도』. 한국농촌경제연구원.
- 이대현·한길수·이현동·김국환·이명훈·김상철. 2017. 5. 10. “매의 눈으로 농사를.” 『농촌진흥청 RDA Interrobang』 197: 11-19.
- 이은옥·라유선. 2019. 2. “5G 시대, 세계 최초·최고를 향한 국가간 경쟁과 시사점.” 『ICT Spot Issue 정책동향』. 정보통신기획평가원. pp. 7-20.
- 이정민. 2019a. “글로벌 5G 경쟁에서 미국의 반격 카드는...” KOTRA 해외 뉴스.
- _____. 2019b. “미국의 中 화웨이 제재 관련 동향.” KOTRA 해외 뉴스.
- 임상우·서경원. 2018. 9. “AR/VR 기술.” 한국과학기술기획평가원 기술동향브리프.
- 장덕환. 2019. 4. 1. “5G 우선 시범 도시 상하이와 중국 5G 시대.” KOTRA 해외시장뉴스.
- 장민준·김상표·정승규·한동희. 2018. 7. 17. “통신장비, 빅사이클의 시작.” 키움증권 리서치센터.
- 전황수. 2017. “드론 무선 통신 기술 개발 동향.” 주간기술동향 2017. 정보통신기술진흥센터.
- 정도채·민경찬·박지숙. 2017. 『2017 농어촌서비스기준 이행실태 점검·평가』. 한국농촌경제연구원.
- 정보통신기술진흥센터. 2018. 2. 『ICT 기술수준조사보고서』.
- 정원준·정수연. 2016. 9. 28. “최근 자율주행자동차 안전사고 이슈와 향후 규제 방향의 시사점.” 정보통신기획평가원.
- 중소벤처기업부. 2019. 7. 24. “규제특구 출범, 원격의료·블록체인·자율주행 등 58건 규제 확 풀린다.”
- 통계청 농림어업총조사. 2015.
- 한국과학기술기획평가원. 2019. 5. 24. 『과학기술&ICT 정책·기술 동향』. 제143호.
- 한국무역보험공사. 2018. 11. 『5G 및 이동통신산업 동향 분석』. 산업동향보고서.
- 홍인기. 2019. 2. “5G 상용화와 4차 산업혁명.” 국회보.

- Chayko, M. 2018. 『초연결사회: 인터넷, 디지털 미디어, 그리고 기술-사회 생활』. 한울 아카데미.
- GOV.UK, 2018, 7, 23. “Forging a full fibre broadband and 5G future for all.”
- Intel, 2018. *How 5G will transform the business of media and entertainment.*
- International Telecommunications Union (ITU), 2018. *Setting the scene for 5G: Opportunities and Challenges.*
- OECD, 2019. *The Road to 5G Networks: Experience to date and future developments.*
- 総務省, 2019, 3, 14. 『情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会報告 (案)』.

〈언론기사〉

- 김강한. 2019. 5. 31. “자율주행차 한국에선...달릴 수 있는 길도, 만들 사람도 없다.” 조선일보.
- 박성은. 2019a. 2. 22. “‘무인트랙터’ 상용화...스마트 농업 서두르는 일본.” 신아일보.
- _____. 2019b. 5. 27. “‘자율주행’ 공들이는 농기계 Top2...스마트 농업 ‘활로’ 찾는다.” 신아일보.
- 배운경. 2019. 6. 25. “LG 유플러스-PTC, ‘5G 기반 트랙터’ 원격진단 서비스 개발.” 매일경제.
- 유다정. 2019. 5. 16. “산불 현장에 투입된 드론 ‘T라이브 캐스터’.” 키뉴스.
- 이지성. 2019. 6. 23. “원격의료 불법·온라인 조제도 막혀...韓 바이오 경쟁력 11단계 추락.” 서울경제.
- 이진한. 2018. 10. 7. ““혈압이 많이 떨어졌네요” 충남 구항보건지소 원격 진료 현장 가보니...” 동아일보.
- 장시형. 2018. 8. 20. “美·英·日 기업이 234조원 시장 장악...韓은 뒷걸음.” 조선일보.
- 정윤희. 2019. 6. 13. “황창규 ‘5G기술로 가축전염병 확산 막자’.” 헤럴드경제.
- 조현기. 2019. 4. 9. “농업현장에도 5G기술적용...LGU+와 농협중앙회 ‘맞손’.” 뉴스 1.
- 최태인. 2019. 6. 20. “우버-볼보, ‘XC90’ 기반 완전자율주행차 공개...2020년 출시.” 오토데일리.
- Ebuchi, T. 2019. 4. 9. “Panasonic and NEC to create faster factories with custom 5G.” Nikkei Asian Review. Business Trends.
- Gagliardi, N. 2018. 2. 2. “How 5G will impact the future of farming and John Deere’s digital transformation”. ZDnet.
- Stock, M. 2019. 4. 11. “5G-connected cows test milking parlor of the future”. Reuters.
- Xia, Li. 2019. 3. 28. “China Focus: Driverless tractors, farmerless farms: China explores precision agriculture”. Xinhuanet.
- 日本經濟新聞. 2019. 6. 3. “5G基地局に信号機開放 全国20万基 23年度に【イブニングスクープ】.” 日本經濟新聞.

〈인터넷 포털 검색〉

- 5G RuralFirst. <<https://www.5gruralfirst.org/what-is-5gruralfirst/>>. 검색일: 2019. 6. 10.
- 넷매니아즈 홈페이지. <<https://www.netmanias.com/ko/>>. 검색일: 2019. 7. 2.
- Ericsson 홈페이지. <<https://www.ericsson.com/en/networks/trending/insights-and-reports/5g-health-care>>. 검색일: 2019. 6. 24.