ISSN 2635-618X

2021-02(통권 제302호)

Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

KISTEP Issue Paper

언택트 시대의 10대 미래유망기술

박노언

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

언택트 시대의 10대 미래유망기술

(KISTEP 10 Emerging Technologies in the Untact Era)

박노언

Noeon Park

I. 연구 배경

II. 연구 절차

III. 연구 결과

IV. 결론 및 시사점

[참고문헌]

I. Research Background

II. Research Process

III. Results

IV. Conclusion and Implications

[References]

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

요 약

연구 배경

- COVID-19 팬더믹으로 촉발된 뉴노멀 시대로의 전환(비대면화, 위험 일상화 등)에 선제적으로 대응하고 미래 신산업을 발굴하기 위해서는 전략적 접근 필요
- KISTEP은 매년 미래 한국사회의 핵심이슈를 선정하고 이에 대응할 수 있는 10대 미래유망 기술 발표

연구 절차

- 미래이슈 선정, 미래유망 후보기술 발굴, 10대 유망기술 선정 및 상세분석 등의 순으로 연구 수행

연구 결과

- 2021년 미래유망기술 주제는 '비대면사회'로 선정되었으며, 주요 영역(소비, 의료, 교육 등)별 미래사회 니즈와 대응 기술 발굴
- 기업 간담회 및 특허 분석 등을 통해 언택트 시대의 10대 미래유망기술 선정
  ① 비침습 생체정보 기반의 심혈관 질환 관리 기술, ② 교통약자를 위한 Level 4 자율주행 자동차, ③ LXP 기반의 개인 맞춤형 큐레이션 기술, ④ 자율주행 기반의 라스트마일 딜리버리 서비스, ⑤ 지능형 엣지 컴퓨팅, ⑥ VR/홀로그램 기반 실시간 협업 플랫폼, ⑦ 인터페이스의 벽을 허무는 Beyond Screen 기술, ⑧ 초연결 시대의 사이버 지킴이, 인공지능 보안기술, ⑨ 비대면 초실감 미디어 제작 및 중계 기술, ⑩ 온라인 쇼핑 쓰레기를 줄이는 녹색포장 기술

결론 및 시사점

- 언택트 시대의 10대 미래유망기술은 인구구조 변화(저출산·고령화), 맞춤형 서비스 제공, 사회 안전성 제고 등의 미래사회 니즈에 대응 가능할 것으로 기대됨
- 미래유망기술의 상용화를 촉진하고 기술의 완성도를 높이기 위해서는 기술실현 저해요인을 상세 분석하고 관련 법·제도 개선 노력 필요

※ 본 이슈페이퍼는 한국과학기술기획평가원의 공식 의견이 아닌 필자의 견해임을 밝힙니다.

Abstract

Research Background

- It is important to select emerging technologies to prepare in advance for a transition into the 'new normal era' triggered by COVID-19 Pandemic.
- KISTEP has identified 10 emerging technologies each year to be prepared for the leading trends (or issues) in Korea.

Research Process

- The research was carried out in the four main steps including identification of future issues, nomination of technology candidates, selection of 10 emerging technologies, and in-depth analysis of the selected technologies.

Results

- In 2021, 'untact era' is designated as the leading trend for 'KISTEP's 10 emerging technologies' based on the public survey performed last year.

  ※ 'Untact' is a combination of prefix 'un' and the word 'contact' and has been a buzzword since the COVID-19 pandemic in Korea. It is a way of doing things without direct contact with others.

- 'Future issues and technologies' in the 'untact era' were selected based on experts opinions and literature review.
- 10 emerging technologies were selected based on the results from survey including experts from industry and academia, and research on patent trends. They are as follows;
  ① Non-invasive biometric information-based cardiovascular disease management, ② Level 4 self-driving cars for the transportation vulnerable, ③ LXP-based personalized curation technology for education, ④ Autonomous last-mile

delivery service, ⑤ Intelligent edge computing, ⑥ Real-time collaboration platform using VR and Hologram technology, ⑦ Beyond-screen interface, ⑧ Artificial Intelligence(AI) security, ⑨ Ultra-realistic media production and broadcasting technology, ⑩ Green packaging

Conclusion and Implications

- 'KISTEP 10 emerging technologies' are expected to be a countermeasure to meet the future needs, such as the change in population structure (due to low birth and aging), personalized services and social safety net.
- To promote the commercialization of emerging technologies, further research on analyzing factors and regulations hampering technical commercialization is required.

Ⅰ 연구 배경

코로나바이러스-19(이하 COVID-19)의 창궐로 뉴노멀 시대로의 전환이 급격이 이루어지고 있어 미래예측에 대한 중요성 증대

- 미래사회에 일어날 수 있는 여러 가지 이슈를 조망하고, 이에 대응할 수 있는 유망기술을 선제적으로 개발하는 것은 국가와 기업의 성패로 이어짐
- 과학기술은 놀라운 속도로 발전하고 있으며, 4차 산업혁명 기술(인공지능, 빅데이터 등)과의 융합으로 기술이 기술을 발전시키는 시대가 도래할 전망

  ※ 농업혁명에서 산업혁명으로 전환하는데 8천년이 소요되었으나, 달 탐사 및 인간 유전자 정보 이해 등을 위해 걸린 시간은 10~100년으로 대폭 줄어듦

국내외 공공 및 민간 미래예측 연구기관[1]들은 미래신산업 발굴 및 미래사회 변화에 선제적으로 대응하기 위해 미래유망기술 정보를 제공

- (MIT) 각 분야 최고 전문가들의 자문을 통해 향후 인류가 추구할만한 가치있는 10대 유망기술 발표
- (WEF) 전문가 집단의 의견수렴 및 평가를 통해 향후 5년 내 인류에게 긍정적인 영향을 미칠 유망기술을 하계 다보스포럼에서 발표
- (Gartner) IT 및 비즈니스 산업에 파급력이 높거나 거대 투자기업이 관심을 가질만한 트렌드 또는 유망기술 발표
- (IBM) IBM 연구소가 개발 중인 신기술을 토대로 향후 5년 간 세상을 변화시킬 유망기술 발표
- (한국과학기술정보연구원) 빅데이터 분석 및 딥러닝 기술을 활용하여 미래 신시장·신산업 창출을 위한 유망기술 발표
- (한국생명공학연구원) 문헌조사 및 전문가 심층토론 등을 통해 바이오 산업 혁신 및 부가가치 확대를 위한 유망기술 발표

1) MIT(Massachusetts Institute of Technology), WEF(World Economic Forum)

KISTEP은 2009년부터 매년 유망기술을 탐색하고, 이중 향후 사회·경제·환경적 파급효과가 큰 10대 유망기술을 선정하여 발표

- 2013년부터는 미래 한국사회의 핵심이슈*를 선정하고 이에 대응할 수 있는 미래유망기술 발표
  * "인구구조의 고령화('13)", "안전위험의 증가('14)", "사회격차 증가('15)", "삶의 만족도·사회적 신뢰 하락('16)", "생활 공해와 환경오염 증가('17)", "스마트 사회로의 패러다임 전환('18)", "국내 제조업 경쟁력 약화('19)", "초연결·초지능화 시대('20)"
- 미래예측 시점은 향후 10년 이내이며, 문헌조사, 설문조사, 특허분석, 기업 간담회, 전문가 의견수렴 등 다양한 프로세스를 거쳐 10대 미래유망기술 선정

〈표 1〉 국내외 미래유망기술 연구사례

연구기관		주제 및 선정 방법
KISTEP (한국과학기술기획평가원)	"KISTEP 10대 미래유망기술"	▶ (주제) 핵심트렌드에 대응하기 위한 미래유망기술 ▶ (방법) 문헌조사 및 전문가 의견 수렴 등 ① 문헌조사 및 전문가 의견수렴 등을 통해 핵심 트렌드 선정 ② 핵심 트렌드와 관련된 주요 미래 이슈 도출 ③ 설문조사 및 전문가 의견수렴 등을 통한 향후 10년 내 유망한 기술 선정 ④ 유망기술별 심층분석 정보 서비스
KISTI (한국과학기술정보연구원)	"KISTI 10대 미래유망기술"	▶ (주제) 미래 신시장·신산업 창출을 위한 유망기술 ▶ (방법) 논문 데이터 기반의 빅데이터 분석 및 딥러닝 기술 활용 ① 논문 데이터를 이용한 과학기술 지도 생성 ② 기술 클러스터 관측 및 모니터링 ③ 머신러닝 기반 기술 클러스터의 미래성장가능성 예측 모형 적용 ④ 7년 후 성장가능성이 높은 유망기술 후보군에 정량·정성적 평가기준을 적용하여 최종 선정
KRIBB (한국생명공학연구원)	"바이오 10대 미래유망기술"	▶ (주제) 바이오 산업 혁신 및 부가가치 확대를 위한 유망기술 ▶ (방법) 문헌조사 및 전문가 심층토론 등 ① 바이오 분야 최신 연구결과의 참고문헌 이종성 및 키워드 네트워크 분석결과를 토대로 전문가 심층토론 등을 통해 후보기술 도출 ② 후보기술에 대한 파급효과 평가를 위해 설문조사 추진
MIT Technology Review (MIT)	"10 Breakthrough Technologies"	▶ (주제) 사회경제적 파급효과가 크며 향후 인류가 추구할만한 가치있는 유망기술 ▶ (방법) 각 분야 최고 전문가들의 자문을 통해 유망기술 선정
WORLD ECONOMIC FORUM (WEF)	"Top10 Emerging Technologies"	▶ (주제) 향후 5년 내 인류에게 긍정적인 영향을 미칠 유망기술 ▶ (방법) 11명의 전문가로 구성된 국제운영위원회(International Steering Committee)에서 후보 도출 후 평가를 통해 선정
Gartner (Gartner)	"Top 10 Strategic Technology Trends"	▶ (주제) 3~5년 내 급부상할 것으로 예상되는 IT 분야 유망기술 ▶ (방법) IT 및 비즈니스 산업에 파괴적 잠재력이 있거나, 거대 투자기업이 관심을 가지고 있는 기술 등을 평가하여 선정
IBM Research (IBM)	"5 in 5"	▶ (주제) IBM 연구소가 개발 중인 신기술을 토대로 향후 5년 간 세상을 변화시킬 유망기술 ▶ (방법) 특정 이슈를 대응하기 위해 IBM 연구소가 개발 중인 신기술 중 선정

II 연구 절차

■ 본 연구는 미래이슈 도출, 미래유망 후보기술 발굴, 10대 미래유망기술 선정, 미래유망기술 상세분석 등의 순으로 수행

● (미래이슈 도출) 국내외 문헌조사, 전문가 의견 수렴 등을 통해 미래 한국사회의 핵심이슈 후보군 발굴

- 미래예측 전문가, 국가과학기술자문회의 전문위원, KISTEP 정책고객 등을 대상으로 후보주제에 대한 설문조사 수행

〈표 2〉 설문조사 평가지표

평가지표	조작적 정의
파급효과	향후 10년 내 해당 주제가 한국의 경제·사회·환경 등의 부문에 미칠 파급효과
과학기술 역할	향후 10년 내 해당 주제와 관련하여 발생 가능한 새로운 수요 및 문제점 대응에 있어 과학기술의 기여도

● (후보기술 발굴) 선정된 미래이슈에 대응하기 위한 후보기술은 미래유망기술 발굴 위원회 및 문헌조사를 통해 발굴

● (10대 미래유망기술 선정) 일반인 및 KISTEP 정책고객 등을 대상으로 우선순위를 평가하고, 후보기술별 기업(또는 전문가) 간담회를 개최하여 기술 실현가능성 및 현주소 파악

- 미래유망 후보기술별 특허분석을 통해 기술별 발전단계, 출원건수 추이, 허핀달-허쉬만 지수(HHI) 지수* 산정

* 해당 기술의 상위 4개사 간 점유율 분포에 따른 상위기업 내 시장 집중의 강약 및 상위 4개 사 이외 기업들의 시장 점유율 분포

● (미래유망기술 상세분석) 기술 정의 및 범위, 국내외 정책·산업·기술 동향, 2030년 미래 활용모습, 기술실현 저해요인 및 정책 제언 등 심층 분석

〈표 3〉 연구 절차

구분	세부 내용	방법
(1) 미래이슈 선정	미래이슈 후보 발굴 ('20.2~4)	• 미래예측 보고서를 중심으로 미래이슈 관련 DB 구축 ※ 과학기술 예측조사, 세계 미래보고서, Challenges & Choices for Europe, WEF Global Issue 등
	▼	
	미래이슈 우선순위 평가 ('20.5~6)	• 국가과학기술자문회의 기술분야별 전문위원 및 미래예측 전문가를 대상으로 우선순위 평가 • KISTEP 정책 관심고객 및 내부 직원을 대상으로 우선순위 평가
	▼	
(2) 미래유망 후보기술 발굴	미래수요에 대응 가능한 미래유망기술 후보기술 발굴 ('20.6~9)	• 언론보도 키워드 검색을 통해 유망기술 DB 구축 • 미래예측보고서 및 타 연구기관 발표자료 등 문헌조사를 통해 DB 추가 • 미래예측 및 기술 전문가로 구성된 '미래유망기술 발굴위원회'를 운영하여 후보기술군을 조정하고 미래이슈와의 정합성 평가
	▼	
(3) 미래유망기술 선정	후보기술 평가 ('20.10~11)	• 일반시민 대상 및 KISTEP 정책관심 고객을 대상으로 미래유망 1차 후보기술에 대한 우선순위 평가 • 미래유망 후보기술별 기업 간담회를 통해 기술의 실현시점 및 현주소 파악 • 설문조사 및 간담회를 통해 미래유망 2차 후보기술 선정
	▼	
	미래유망기술 선정 ('20.11)	• 특허분석 및 내부연구진 토의를 통해 최종 10개 유망기술 압축
	▼	
(4) 미래유망기술 상세 분석	기술별 심층 분석 ('20.11~12)	• 기술 개요, 국내외 동향, 2030년 미래 활용 모습, 기술실현 저해요인, 시사점 등

Ⅲ 연구 결과

1. 미래이슈 선정

■ 2021년 KISTEP 미래유망기술 이슈(주제)를 발굴하기 위해 문헌조사를 실시하였으며, 미래사회 주요 트렌드는 다음과 같음

- (정치) 신흥국·개도국 부상, 보호무역주의 심화, 민족·종교·국가 간 갈등, 초글로벌화(Hyper-globalization), 북한과의 관계 개선 등
- (경제) 경제 불평등, 아시아 경제권 부상, 언택트 산업 생태계 성장, 글로벌 경제 저성장, 글로벌 교역 증가 등
- (사회) 안전 위협 증가, 도시화, 저출산·고령화, 개인화, 언택트 사회, 불평등·양극화 심화, 다문화 사회 등
- (환경) 수자원·식량 부족, 기후변화, 생태계 파괴, 저탄소·분산화·전기화 확대, 순환경제, 대체에너지 개발 등
- (기술) 초연결·초지능화, 전염병 확산과 보건의료 혁신, 초고속 이동, 나노기술 발달, 인공지능과 자동화 등

〈표 4〉 미래사회 트렌드

구분	주요 트렌드
정치	국제질서의 다극화, 신흥국·개도국 부상, 다자지배구조, COVID-19 이후 큰 정부 귀환 및 초글로벌화 쇠퇴, 감시사회 출현, 글로벌화로 인한 거버넌스 개념 확대, 보호무역주의 심화, 민족·국가 간 갈등 심화, 북한과의 관계 개선 등
경제	세계시장의 통합, 글로벌 교역 증가, 경제 불평등, 기본소득 본격 쟁점화, 중국의 영향력 확대, 아시아 경제권 부상, COVID-19 이후 글로벌 GVC 변화, 디지털 경제, 제조업의 패러다임 전환, 언택트 산업 성장, 글로벌 경제 저성장 등
사회	안전 위협 증가, 불평등·양극화 심화, 저출산·고령화 심화, 총인구 감소, 도시화, 지역 공동화 심화, COVID-19 이후 스마트 중소도시 성장, 개인화 심화, 자아 중심 사회, 가족 개념 변화, 일자리 구조적 변화, 새로운 고용관계 등장, 평생직장과 평생 고용의 소멸, 언택트 업무 플랫폼 확산, 시민참여 확대, 다문화 사회, 포용 성장, 포퓰리즘의 세계화, 여성 지위 향상, 온디맨드 교육 확대 등

구분	주요 트렌드
환경	에너지 소비 증가 및 무기화, 저탄소·분산화·전기화, 수자원·식량 부족 심화, 지구온난화 심화 및 자연재난 증가, 그리노믹스 활성화, 순환경제 강화, 포스트 카본라이프, 생태계 파괴 심화 등
기술	초연결·초지능화, 인공지능과 자동화, 개인정보 유출 방지, 전염병 확산, 기대수명 증가, 원격진료 시스템 도입 가속화, 새로운 소재 개발, 나노기술의 발달, 우주시대, 초고속 이동 등

※ 출처 : 과학기술예측조사, 포용국가 미래비전, 과학기술 미래비전, Challenges & Choices for Europe, Raradox of Progress, Foresight 2019, Global Issue, 세계 미래보고서,

향후 10년 내 한국사회에 주요 이슈로 부상할 가능성이 높으며, 사회경제적 파급효과가 큰 핵심주제 선정

- 그동안 KISTEP 10대 유망기술 주제로 선정된 미래이슈는 제외하였으며, 외부전문가 및 KISTEP 내부연구진 검토 등을 통해 최종 7개 후보이슈*로 압축

  * 스마트 녹색, 도시 집중화, 밀레니얼 세대, 비대면 사회, 보호무역기조 심화, 아시아 경제 성장, X-이벤트

- KISTEP 정책고객 및 미래예측전문가 등을 대상으로 각 미래이슈별 파급효과와 과학기술의 역할 평가

2021년 KISTEP 미래유망기술 주제는 '비대면사회'로 선정됨

- 비대면 기술은 사람과 사람이 직접 마주하지 않음에도 불구하고 동일 또는 유사한 제품·서비스를 지원받을 수 있는 직·간접적 기술*로 정의함

  * 대체 기술(대면 서비스를 직접 비대면화로 바꾸는 기술), 대응 기술(비대면화로 파생되는 다양한 비접촉 서비스를 고도화하고 문제점을 해결하는 기술, 기반 기술(비대면화의 핵심인 온라인·원격 서비스의 속도와 정확성 등 수요자의 만족도를 제고하는 기술)

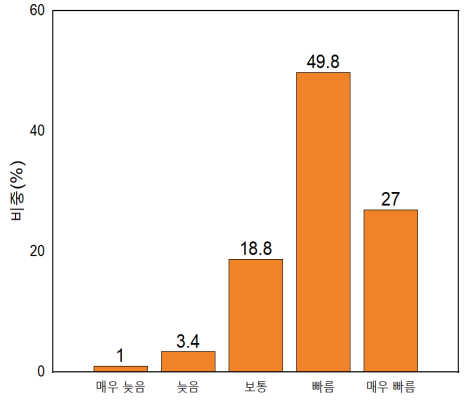
〈표 5〉 미래이슈별 파급효과 및 과학기술 역할 우선순위

(%)

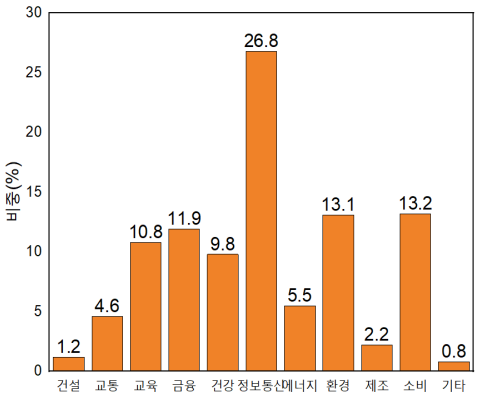
후보 주제	파급효과	과학기술 역할	합계
스마트 녹색전환을 가속화하는 미래유망기술	15.3	16.1	15.7
도시 집중화에 대비하는 미래유망기술	13.5	13.5	13.5
밀레니얼 세대로의 세대교체를 준비하는 미래유망기술	13.8	13.3	13.6
비대면 사회를 준비하는 미래유망기술	16.4	16.4	16.4
보호무역기조 심화에 대비하는 미래유망기술	14.9	13.8	14.4
아시아 경제 성장에 대비하는 미래유망기술	13.1	12.7	12.9
X 이벤트에 준비하는 미래유망기술	13.0	14.0	13.5
합계	100	100	100

(참고) 미래사회의 비대면화를 바라보는 인식

- 향후 10년 내 한국사회의 비대면화는 빠르게 진행되며, 특히 정보통신 영역을 중심으로 가속화

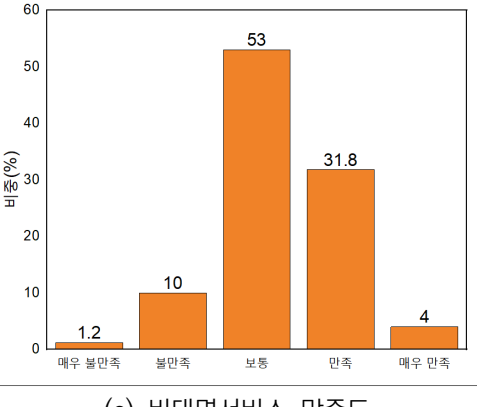


(a) 비대면화의 전환속도

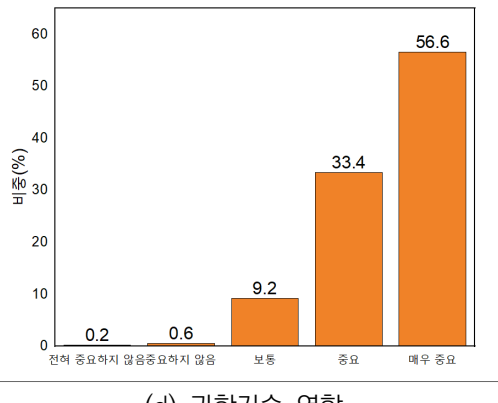


(b) 비대면화 영역

- COVID-19로 촉발된 한국사회의 비대면화 서비스에 대한 만족도는 '보통' 또는 '만족' 수준이며, 과학기술의 역할은 매우 중요하다고 인식



(c) 비대면서비스 만족도



(d) 과학기술 역할

- 한국사회의 비대면화를 가속화시키는 주요 요인은 감염병(55.0%), 디지털 기술 혁신(26.4%), 혼밥, 혼공 등 가치관의 변화(14.6%), 환경오염(3.6%) 등의 순

(참고) 미래사회의 비대면화를 바라보는 모습

- 미래 한국사회의 비대면화로 사회적 비용 감소와 디지털 세상 전환 가속화를 긍정적 효과로 평가

긍정적 효과	비중(%)
재택근무 확대, 교통 체증 감소 등으로 사회적 비용 감소	23.5
디지털 기술(인공지능, 블록체인 등) 개발 가속화	17.1
새로운 비즈니스 모델 또는 신산업 창출(예, 빅데이터 산업 등)	16.8
개인화·맞춤형 서비스 제공으로 수요자의 만족도 제고	11.1
여가 및 취미활동 증가로 인한 워라벨 확산	10.3
정보·자료 공유 및 문화 대중화 확산	8.4
K-방역, K-POP 등 한류 확산으로 인한 한국의 해외 인지도 제고	6.7
디지털 자산에 대한 기본권 개념 정립	6.1
기타	0.1

- 미래 한국사회의 비대면화로 일자리 축소와 개인주의 성향 확산 등을 우려하고 있음

부정적 영향	비중(%)
고용 축소 및 노동대체로 인한 일자리 감소	18.1
개인주의 성향 확산 및 사회적 소통 부족	17.9
실물경제 및 소비 위축	11.5
개인 프라이버시와 사이버 보안 문제	10.7
가짜뉴스 및 정보의 확산	10.2
혜택 유무에 따른 격차 확대(소외계층 생산)와 갈등 확산	9.6
온라인 쇼핑 증가로 인한 환경오염(폐기물 등) 심화	9.4
청소년 일탈 증가	5.2
국내 서비스 공급자의 대형 플랫폼화 및 독점적 지위 획득(국내)	5.2
글로벌 기업·제품의 국내 장악(해외→국내)	1.7
기타	0.4

※ 설문대상 : 일반시민 500명('20.10)

2. 미래유망 후보기술 발굴

■ 미래 한국사회의 비대면화로 인한 니즈(Needs)를 10대 영역별로 조사하였으며, 주요 결과는 다음과 같음

- (건설) 인구변화(1인 가구, 고령화 등) 맞춤형 스마트 주택 수요 증가, 감염병으로부터 주거환경 안전 확보, 시설물 유지관리 고도화 등
- (교통) 안전한 스마트 모빌리티, 감염병 확진자의 대중교통 이동경로 정보 제공, 보행자 및 교통약자를 위한 서비스 확대 등
- (교육) 맞춤형 교육서비스 확대, 학습방법의 다양화, 온라인 소통 강화, 청소년 심리방역 및 디지털 폭력 해소 등
- (정보통신) 초고속·초저지연·초연결·초지능·고신뢰성·무인화 정보통신망 수요 증가
- (금융) 디지털 격차 해소, 전자지급결재대행서비스 수요 증가, 개인 간 거래(P2P) 금융거래 확대, 초개인화된 자산관리 등
- (정보보안) 정보의 투명성 및 거짓정보 해소, 보안방식(비접촉, 생체 인식 등) 다양화, 개인정보의 안전한 관리 등
- (의료) 맞춤형 의료서비스 확대, 비대면 서비스(진료, 상담, 치료 등) 확대, 인수공통전염병의 신속한 진단 및 치료, 안전한 식품 공급 등
- (에너지환경) 에너지 소비자의 편의성 제고, 원격 검침 확대, 폐기물 분리수거 편의성 및 재활용 수요 확대 등
- (제조) 자동화 및 로봇 투입 확대, 생산량의 유연성 확보, 공정 전체 시뮬레이션 및 의사결정까지 가능한 원격 유지관리 등
- (소비) 구독 경제 활성화, 자율주행 기반의 물류시스템 고도화 등

■ 각 영역별 미래사회 니즈를 해결하기 위한 다양한 후보기술을 발굴하였으며, 전문가 평가를 통해 14개의 미래유망 후보기술로 압축

- 문헌조사, 언론 보도자료, 전문가 의견수렴 등을 통해 미래사회 니즈를 직·간접적으로 해결하기 위한 후보기술 발굴

● 주제(비대면화)와의 정합성, 파급효과 등을 중심으로 우선순위가 높은 14개 후보기술 선정

〈표 6〉 미래유망 후보기술

후보기술	기술 개요	주제와의 정합성
비침습 생체정보 처리 기술	혈액 또는 피부 침습 형태의 의용생체정보 획득에서 벗어나 광학적 및 전기화학적 특성 등을 활용한 비침습 기반의 자가 건강관리 기술	병원을 직접 방문하지 않고 비침습 기술로 자가 건강관리
교통약자를 위한 Level 4 자율주행 자동차	장애인, 고령자, 교통 소외지역 주민 등 교통약자를 위한 Level 4 수준의 자율주행 자동차 기술	운전자의 동승없이 자율주행 기능으로 목적지까지 교통약자 이송
대중교통 보건 안건 모니터링 및 관제 기술	감염병 확진자의 대중교통 이용 여부 및 위치 추적 등을 위한 모니터링 기술	감염병 확진자 발생 시 접촉 최소화
개인별 맞춤 학습을 위한 AI 기반 Adaptive Learning 기술	학습자의 수준과 학습 스타일에 맞게 학습 정보나 방법 등을 제공	비대면화로 인한 온라인 교육의 만족도 제고
LXP(Learning eXperience Platform) 기반의 개인 맞춤형 큐레이션 기술	학습자의 다양한 경험 데이터를 기반으로 개인 맞춤형 콘텐츠를 제공	비대면화로 인한 온라인 교육의 만족도 제고
AI/로봇 기반 창고/물류 시스템	물류센터(풀필먼트 센터)에서 고객 문 앞까지 소량 다품종 다빈도 제품 화물의 입출고, 배송과정을 지능화/자동화하는 기술	온라인 쇼핑의 급증으로 인한 업무 효율성 제고
로봇/차량/드론 기반의 라스트마일 딜리버리 서비스	로봇, 차량, 드론 등을 활용하여 말단 배송의 무인화	택배기사의 대면업무 대체
지능형 엣지 컴퓨팅	중앙 집중식 클라우드가 아닌 데이터가 생성되는 네트워크 엣지와 가까운 곳에서 지능적으로 데이터를 처리하는 기술	저지연 온라인 서비스를 제공하여 사용자 만족도 제고
비욘드 스크린 멀티플랫폼	사람과 컴퓨터 시스템의 교감을 극대화할 수 있는 UI·UX 기술	대면화를 최소화하고 고객 만족도 제고
VR/홀로그램 기반 실시간 협업 플랫폼	데이터 암호, 네트워크 드라이브 등을 통해 장소의 제약없이 정보를 자유롭게 공유하고 생산하는 기술	대면 업무의 최소화
사이버 공간 위험의 실시간 모니터링 기술	해킹, 개인정보 유출 등 사이버 위협을 실시간으로 모니터링하고 범죄로 연계되지 않도록 하는 기술	비대면화로 인한 디지털 기술의 보안 문제 해결
비대면 초실감 스포츠 중계 기술	가상현실, 증강현실 등의 최첨단 기술을 활용하여 스포츠 중계 기술을 체감도 제고	문화예술, 스포츠 등의 직접 관람 제한 대응
스마트기기용 초소형·자유형상 전지	스마트센서, 무선의료기기, 물류 등의 초연결 활용성 및 휴대성/심미성 향상을 위한 초소형·자유형상 전원 공급	원격의료, 스마트 헬스케어 등의 비대면 서비스 지원을 위한 전력 공급
그린 쇼핑을 위한 녹색포장 기술	온라인 쇼핑의 증가로 인한 포장재·생활 폐기물 발생량을 줄이고 자연 분해를 촉진	온라인 쇼핑 증가로 인한 환경문제 해결

3. 10대 미래유망기술 선정

■ 미래유망 후보기술별 설문조사, 기업 간담회, 특허분석 등을 종합하여 최종 10개 유망기술 선정

- (설문조사) 후보기술별 파급효과를 5점 척도로 조사하였으며, 대부분 '높음'으로 나타남
  - 비대면 영역에 공통적으로 활용될 '사이버 공간 위험의 실시간 모니터링 기술'의 파급효과가 가장 높게 나타남
  - 반면, 후보기술의 적용 분야가 한정된 '비욘드 스크린 기술'과 '비대면 초실감 스포츠 중계 기술'의 파급효과는 상대적으로 낮게 나타남

〈표 7〉 미래유망 후보기술별 파급효과

영역	후보기술	파급효과
정보통신	사이버 공간 위험의 실시간 모니터링 기술	4.14
소비	AI/로봇 기반 창고/물류 시스템	4.05
교육	개인별 맞춤 학습을 위한 AI 기반 Adaptive Learning 기술	4.02
에너지환경	스마트기기용 초소형·자유형상 전지	3.95
정보통신	VR/홀로그램 기반 실시간 협업 플랫폼	3.92
소비	로봇/차량/드론 기반의 라스트마일 딜리버리 서비스	3.9
교육	LXP 기반의 개인 맞춤형 큐레이션 기술	3.88
교통	교통약자를 위한 Level 4 자율주행 자동차	3.85
정보통신	지능형 엣지 컴퓨팅	3.85
에너지환경	그린 쇼핑을 위한 녹색포장 기술	3.85
의료	비침습 생체정보 처리 기술	3.84
의료	대중교통 보건 안건 모니터링 및 관제 기술	3.83
제조	비욘드 스크린 멀티플랫폼	3.82
문화	비대면 초실감 스포츠 중계 기술	3.66

※ 설문대상 : KISTEP 정책고객 478명('20.10), 파급효과 : 1(매우 낮음)-3(보통)-5(매우 높음)

- (기업 간담회) 비대면사회의 미래유망 후보기술은 대부분 미국이 선도하고 있으며, 기술 실현시점 또한 상이함
  - '비대면 초실감 스포츠 중계기술'은 타 후보기술과 달리 한국이 세계시장을 선도하고 있는 것으로 나타남

- AI 기반 Adaptive Learning 기술, 비대면 초실감 스포츠 중계 기술 등은 기술 실현시점이 5년 이내로 예상됨
- 라스트마일 딜리버리 서비스, 지능형 엣지 컴퓨팅, 비욘드 스크린 기술 등은 기술실현시점이 5~10년 소요될 것으로 전망됨

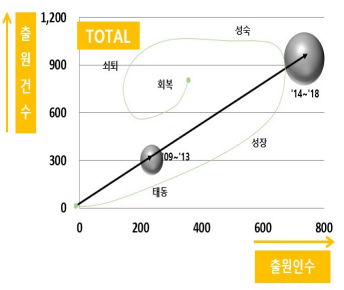
〈표 8〉 미래유망 후보기술별 최고 선진국 및 실현시점

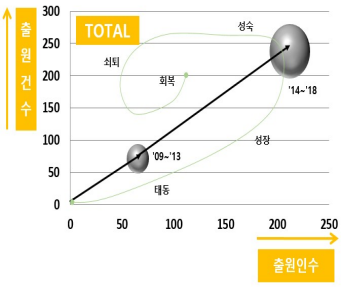
후보기술	최고 선진국	기술실현시점
사이버 공간 위험의 실시간 모니터링 기술	미국	~'25
AI/로봇 기반 창고/물류 시스템	미국	'26~'30
개인별 맞춤 학습을 위한 AI 기반 Adaptive Learning 기술	미국	~'25
스마트기기용 초소형·자유형상 전지	일본	~'25
VR/홀로그램 기반 실시간 협업 플랫폼	미국	VR(~'25), 홀로그램('26~'30)
로봇/차량/드론 기반의 라스트마일 딜리버리 서비스	미국	'26~'30
LXP 기반의 개인 맞춤형 큐레이션 기술	미국	'26~'30
교통약자를 위한 Level 4 자율주행 자동차	미국	'26~'30
지능형 엣지 컴퓨팅	미국	'26~'30
그린 쇼핑을 위한 녹색포장 기술	미국	'26~'30
비침습 생체정보 처리 기술	미국	~'25
대중교통 보건 안건 모니터링 및 관제 기술	미국	'26~'30
비욘드 스크린 멀티플랫폼	미국	'26~'30
비대면 초실감 스포츠 중계 기술	한국/미국	~'25

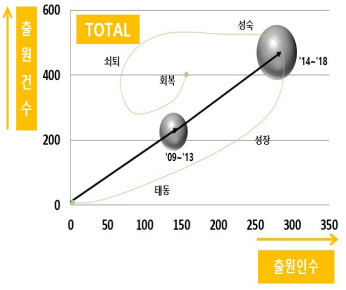
- (특허 분석) 비대면사회의 미래유망 후보기술은 대부분 R&D가 활발한 '성장'단계이며, 시장진입 용이성이 높음
  - 당초 14개 미래유망 후보기술 중 일부기술은 기업 간담회 의견을 반영하여 기술범위 조정 후 특허분석[2] 수행
  - 미래유망 후보기술별 특허 출원건수는 지속적으로 증가 추세이며, 기술개발 단계는 '성장' 단계로 나타남

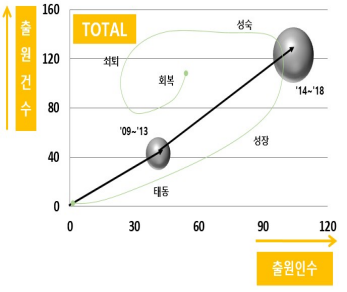
2) 후보기술별 전문가 자문을 통해 핵심키워드를 도출하고, 키워드 검색 기반으로 특허 후보군을 DB화 한 후 검증을 통해 유효특허 압축

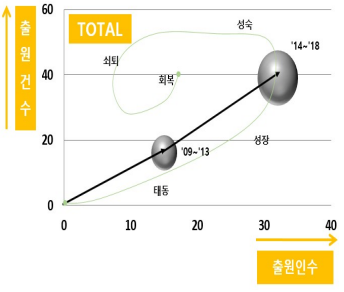
〈표 9〉 미래유망 후보기술별 성장단계

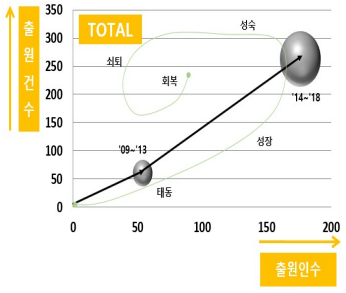
<table>
<tr><td> 

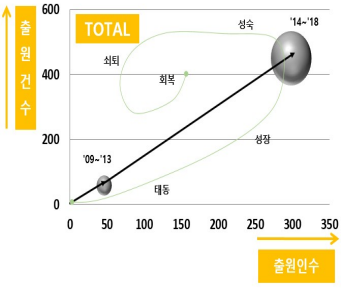
(a) 비침습 생체정보 기반의 심혈관질환 관리 기술</td><td> 

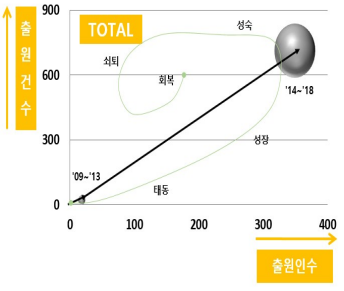
(b) 대중교통 보건 안전 모니터링 및 관제 기술</td><td> 

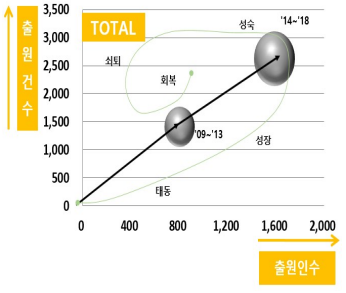
(c) 교통약자를 위한 Level 4 자율주행 자동차</td></tr>
<tr><td> 

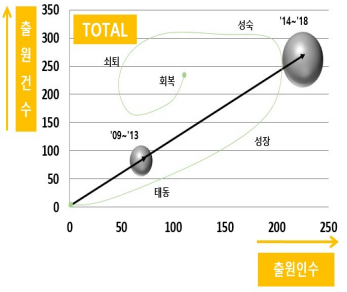
(d) 개인별 맞춤 학습을 위한 AI 기반 Adaptive learning 기술</td><td> 

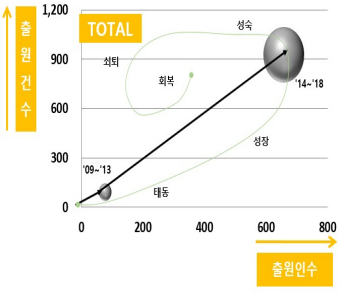
(e) LXP 기반의 개인 맞춤형 큐레이션 기술</td><td> 

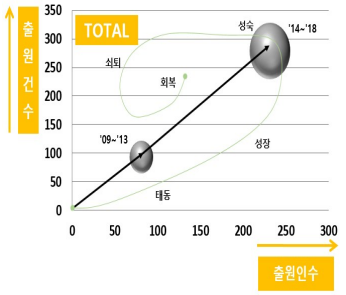
(f) AI/로봇 기반 창고/물류 시스템</td></tr>
<tr><td> 

(g) 로봇/차량/드론 기반의 라스트마일 딜리버리 서비스</td><td> 

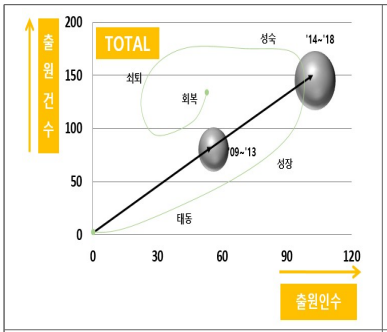
(h) 지능형 엣지 컴퓨팅</td><td> 

(i) 비욘드 스크린</td></tr>
<tr><td> 

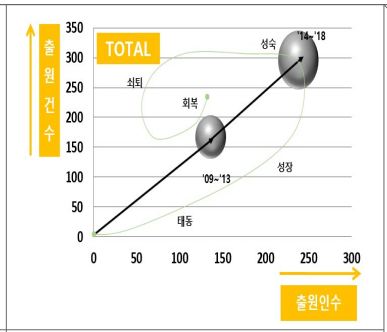
(j) VR/홀로그램 기반 실시간 협업 플랫폼</td><td> 

(k) 인공지능 보안기술</td><td> 

(l) 디지털 초실감 미디어 제작 및 중계 기술</td></tr>
</table>



(m) 스마트기기용 초소형·자유형상 전지



(n) 그린 쇼핑을 위한 녹색포장 기술

- 미래유망 후보기술은 한국과 중국 시장에서 집중화 정도가 거의 없는 것으로 나타났으며, 인공기능 보안기술은 일본에서 경쟁적 시장을 형성 중

〈표 10〉 미래유망 후보기술별 시장진입 수준

후보기술	특허건수 ('09~'18)	집중지수				
		한국	일본	미국	유럽	중국
비침습 생체정보 기반의 심혈관질환 관리 기술	1,240	2	2	2	2	1
대중교통 보건 안전 모니터링 및 관제 기술	309	2	2	2	3	1
교통약자를 위한 Level 4 자율주행 자동차	694	2	2	2	3	1
개인별 맞춤 학습을 위한 AI 기반 Adaptive learning 기술	166	2	3	2	4	2
LXP 기반의 개인 맞춤형 큐레이션 기술	55	3	4	3	4	2
AI/로봇 기반 창고/물류 시스템	323	2	2	2	2	2
자율주행 기반의 라스트마일 딜리버리 서비스	508	2	5	2	2	1
지능형 엣지 컴퓨팅	795	2	2	2	2	1
비욘드 스크린 기술	4,031	2	2	2	2	1
VR/홀로그램 기반 실시간 협업 플랫폼	344	2	2	2	2	1
인공지능 보안기술	1,017	2	3	2	2	1
비대면 초실감 미디어 제작 및 중계 기술	372	2	4	2	2	1
스마트기기용 초소형·자유형상 전지	255	3	3	2	4	2
녹색포장 기술	463	2	2	2	2	1

※ 집중지수 : 1(시장진입 용이성 매우 높음), 2(시장진입 용이성 높음), 3(시장진입 용이성 보통), 4(시장진입 용이성 낮음), 5(시장진입 용이성 매우 낮음)

※ 허핀달-허쉬만 지수(HHI) 산정 시 특허 출원건수가 적은 경우 결과해석에 한계가 있음

■ 각 영역별 분석결과를 종합하여 우선순위 높은 1~2개씩 선정하였으며, 언택트 시대의 10대 미래유망기술을 다음과 같이 선정함

〈표 11〉 2021년 KISTEP 10대 미래유망기술

영역	미래유망기술		기술 정의
의료		비침습 생체정보 기반의 심혈관질환 관리 기술	광학 또는 초음파 등의 비침습적인 방식에 의해 생체정보를 획득하고, 이를 통한 심혈관 질환을 관리하는 기술
교통		교통약자를 위한 Level 4 자율주행 자동차	교통약자(장애인, 노약자 등)가 대중교통, 공유차량 등 다양한 이동서비스를 이용하는 데 이동, 안전, 편의 혜택의 모빌리티 서비스를 제공할 수 있는 자율주행차 4단계 수준의 기술
교육		LXP 기반의 개인 맞춤형 큐레이션 기술	학습자 맞춤형 교육과정 및 방법을 제시하고 교육 공급자에게 수요자가 요구하는 다양한 교육의 방법과 수준, 학습 유형을 제공할 수 있는 환경을 지원하는 플랫폼
소비		자율주행 기반의 라스트마일 딜리버리 서비스	무인이동체(로봇, 드론 등)를 활용하여 최종 소비자에게 물건을 배송하는 기술
정보통신		지능형 엣지 컴퓨팅	엣지 컴퓨팅 노드의 자원을 효율적으로 이용하여 연결(Connect) 컴퓨팅(Compute), 제어(Control)의 기능을 지능적으로 수행하기 위한 기술
정보통신		VR/홀로그램 기반 실시간 협업 플랫폼	각 기업 또는 각 개인들이 소비자들에게 자신들의 AR/홀로그램 응용 서비스를 편리하게 제공할 수 있도록 지원해주는 플랫폼
제조		인터페이스의 벽을 허무는 Beyond Screen 기술	모든 사물이 컴퓨터와 연결된 초연결 시대의 음성, 제스처, 뇌파 등의 NUI와 다양한 사물의 GPS, 영상데이터, IoT센서 데이터 등의 다양한 사용자 환경 데이터를 입력받아 분석하여 적절한 처리를 하거나, 사용자 환경에 맞게 최적의 UI로 출력될 수 있도록 제공하는 모든 제반 기술
보안		초연결 시대의 사이버 지킴이, 인공지능 보안기술	다종·다형의 보안관련 빅데이터를 대상으로 인공지능 기술을 활용하여 위협을 자동으로 분석하고 분류하거나 인공지능 모델의 안전성 확보 및 인공지능을 이용한 공격을 방어하기 위한 보안기술
문화		비대면 초실감 미디어 제작 및 중계 기술	가상현실, 증강현실 등 실감미디어를 활용하여 스포츠, 연예, 영화, 방송 등 엔터테인먼트를 제작 및 중계하는 기술
환경		온라인 쇼핑 쓰레기를 줄이는 녹색포장 기술	자연환경에서 완전분해가 되는 친환경 생분해성 플라스틱으로 가공·생산된 포장재를 활용하는 기술

4. 언택트 시대의 10대 미래유망기술 현재와 미래

①	영역	의료	유망기술	비침습 생체정보 기반의 심혈관질환 관리 기술

(필요성) 고령화 사회 진입과 만성 심혈관 질환이 증가하면서 질병 모니터링 및 진단 기술의 스마트화 요구 증가

- 채혈 또는 체내 삽입을 통한 침습적 방식은 시술과 주기적 교체가 필요하며, 환자나 일반인의 거부감과 두려움이 높음
- 사용자의 인지 없이 무구속·무자각에 의한 비침습 기반의 측정방식은 침습 방식 대비 지속적인 모니터링 및 용이성 제공 가능

(국내외 동향) 한국 및 중국 등은 핵심원천기술 개발 단계인 반면, 주요 선진국(미국 등)은 비침습 의료서비스 기술로 발전

- (한국) 소형화 및 신호처리 알고리즘 기반 기술은 경쟁력을 확보하고 있으나, 고성능 핵심기술은 개발 단계

  ※ 삼성전자 종합기술원(라만 분광법 기반 비침습 혈당 측정), 전북대(산화아연 기반의 혈당 측정) 등

- (미국) Device 기술보다는 환자들이 실질적인 혜택을 볼 수 있는 서비스 중심의 기술 발전

  ※ Apple(웨어러블 혈당 솔루션), Bigfoot Biomedical(혈당 측정 시스템) 등

- (중국) 광학방식의 심박 기능 및 산소포화도 등의 솔루션은 제품에 탑재되어 있으나, 혈당 및 혈압 등은 원천기술 개발 단계

  ※ 난징대(호흡 기반의 질환 측정), 텐진대(근적외선 분광법을 활용한 당뇨 측정) 등

(2030 미래 활용 모습) 대부분의 나라에서 비침습 기반의 의료서비스가 확대 시행되며, 생체 모니터링 센서 시장이 급격히 성장

- 만성질환자의 급증과 스마트기기의 보급 확대로 시·공간의 제약없이 질병 모니터링 가능, 관련 바이오센서 시장의 성장 가속화
- 다만 의료 데이터 획득 및 인공지능 기술 적용 여부 등에 따라 국가별 실시간 심혈관 질환 관리 서비스 수준 양극화

②	영역	교통	유망기술	교통약자를 위한 Level 4 자율주행 자동차

(필요성) 저출산·고령화에 대비하고, 교통약자에 대한 안전하고 편리한 삶 실현을 위해 자율주행 기술 고도화 필요

- 현재 교통약자 이동지원 서비스는 별도의 운전자가 항상 동승을 해야 하는 상황으로 긴급 상황 발생 또는 사전 미예약 시 이용 불가
- 특히 농어촌 지역과 같은 교통소외지역은 교통약자가 많아 자율주행 서비스 수요가 많고, 도심보다 서비스 구현이 용이

(국내외 동향) Level 4 수준의 자율주행차 기술개발이 활발하나, 한국의 교통약자 이동지원 서비스 개발은 착수 단계

- (한국) Level 4 수준의 자율주행차 상용화 목표연도는 '27년이며, 장애인·고령자 등 교통약자 지원 서비스 개발은 '21년부터 본격 착수

  ※ 자율주행 기술개발사업('21~'27, 1조 974억원) 내 교통약자 이동지원 서비스 개발 포함

- (일본) Level 4 수준의 자율주행 서비스는 '25~'28년 가능할 것으로 계획하고 있으며, 고령화 문제 해결 수단으로 무인자동운전 서비스를 실증실험하고 있음

  ※ DeNa사(고령자의 의료기관 연결 서비스 실증), 토요타(아마존, 우버 등과 제휴를 통해 서비스 개발) 등

- (EU) 자율주행 셔틀 서비스 실증이 다양하게 추진되고 있으며, 특히 공공 교통수단이 도달하지 못하는 지역에서 주요 정류장까지의 운송 서비스 제공

  ※ 독일('22년부터 자율주행차의 상용화 계획), 프랑스 EasyMile(EZ10 판매 및 임대) 등

(2030 미래 활용 모습) 우리 생활 모든 곳에서 교통약자를 배려하는 자율주행차가 도입되어 서비스됨

- 그동안 운전이 불가능하였던 청각 장애인이 자율주행차를 활용하여 택시 서비스 제공
- 교통서비스가 다소 취약한 지방 및 외곽지역의 경우 공유개념인 자율주행 기반의 로보택시* 활성화

  * 자율주행 기능을 이용해 소유자의 자동차가 이용되지 않는 시간에 무인으로 라이드쉐어링 서비스

③	영역	교육	유망기술	LXP 기반의 개인 맞춤형 큐레이션 기술

(필요성) 미래인재 육성 및 맞춤형 역량기반 교육 실현을 위한 통합 교육환경 구축에 대한 사회적 요구 등장

- 기존 LMS(Learning Management System)와 달리 수요자가 요구하는 다양한 교육 방법과 수준, 학습 유형을 제공하는 플랫폼 개발 필요
- LXP는 다양한 도구와 콘텐츠가 단일 인터페이스에서 운영되는 것이 아니라, 시스템은 독립적으로 운영되나 표준을 기반으로 인터페이스와 데이터가 통합되어 있는 환경임

(국내외 동향) 글로벌 에듀테크 시장이 운영관리 효율성 중심의 LMS에서 LXP 시장으로 패러다임 전환

- (한국) 공교육에 에듀테크 기반의 맞춤형 역량기반 교육을 실현하기 위한 환경을 구축*하기로 하였으며, 중소기업 중심으로 이러닝 산업 형성

  * 「미래 교육을 위한 에듀테크 활성화 권고안(4차산업혁명위원회, '20.11)」

- (미국) 민간기술 표준과 비즈니스규칙에 대한 적용 프레임워크를 설계하여 교육훈련 프로그램에 적용

  ※ 미국방성(Total Learning Architecture 프로그램), OpenEdx(Insight 서비스) 등

- (영국) 교육부에서 에듀테크 산업 정책을 수립하고 있으며, 대표적인 서비스로 LendED*가 있음

  * 150여개 에듀테크 제품·서비스를 온라인으로 대여해볼 수 있는 프로그램

(2030 미래 활용 모습) 시·공간의 제약없이 접근이 가능한 Universal Education Access 시대 도래

- ABC(AI, Big Data, Cloud) 기술의 급격한 발전으로 "Learning is happening everywhere" 개념이 일반화
- 우리나라는 학습분석 관련 국제표준이 적용된 다양한 사례가 개발되어 서비스되고, 주요 선진국은 학습분석을 활용한 본격적인 개발과 학습을 지원할 수 있는 체계로 진화

④	영역	소비	유망기술	자율주행 기반의 라스트마일 딜리버리 서비스

■ (필요성) 우리나라 인구구조 변화(고령화, 1인 가구 증가 등) 및 COVID-19의 영향으로 택배 및 배달음식 시장 급격히 성장

- 노동집약적 물류 산업의 생산성을 높이고, 인구 고령화에 따른 노동력 감소와 생산성 저하 상쇄 필요
- COVID-19로 인하여 외부활동이 제한되고 실내생활이 확대됨에 따라 생필품 배달 수요 급증

■ (국내외 동향) 정부의 물류산업 규제개혁 노력과 함께 민간 기업의 자율주행 기반의 배달시장 진출 시도 활발

- (한국) 최근 라스트마일 딜리버리 이동 로봇 및 드론의 시범서비스 단계 진입
  ※ 로보티즈(로봇의 비대면 음식 배달 서비스 시범 운영), CJ대한통운 및 우체국(긴급 구조 활동 및 산간 오지·낙도에 긴급 우편물 배달을 위한 드론 시범 운용) 등
- (미국) 대기업은 배달로봇 또는 드론을 소화물 배송에 활용 중이며, 스타트업 기업들은 대부분 소비자에게 음식을 배달하는 시범서비스 테스트
  ※ 아마존(스카우트 및 프라임 에어를 이용하여 시범 서비스), 마블(음식배달 서비스 EAT24와 협력하여 샌프란시스코에서 시범서비스 실시) 등
- (EU) 공공-민간 파트너쉽 프로그램(Sparc)을 추진 중이며, 민간 기업은 라스트마일 딜리버리 시범 서비스에 적극 참여
  ※ DHL(긴급 의약품 드론 배송 세계 최초 시행), 스타쉽테크놀로지(반경 3km 이내 물품 배달 목표로 다수의 시범 서비스 실시) 등

■ (2030 미래 활용 모습) 물류 산업이 자율주행 기반의 배달 로봇과 드론으로 대체되고, 온라인 마켓의 급성장으로 이어짐

- 도로와 건물 내 존재하는 다양한 인프라와의 연동기술이 표준화됨에 무인 이동체의 층간 이동 및 통신 인프라 구축 완료
- 배달로봇과 함께 자율주행차에 편의점이 올라탄 형태의 이동식 편의점 등장하는 등 새로운 형태의 배달서비스 등장

⑤	영역	정보통신	유망기술	지능형 엣지 컴퓨팅

(필요성) Massive IoT의 확산과 Smart Device의 폭발적 증가로 기존 중앙 집중식 클라우드 컴퓨팅 방식을 대체할 엣지 기반 저지연·대용량 처리기술 개발 요구 증대

- 인공지능 기술의 급속한 발전과 서비스 확산으로 중앙 집중식 클라우드 방식의 컴퓨팅은 집약적 데이터 처리 한계 봉착
- Device-Server 간 데이터 통신량이 폭증하면서 클라우드 컴퓨팅에서의 지연 발생과 일시적 네트워크 중단 등 기술적 한계 표출

(국내외 동향) 유관 기관 간 협업을 통해 Use case 확장 및 상용화 촉진을 가속화하고 있음

- (한국) 인공지능 기반 지능형 엣지 컴퓨팅, 홈 엣지 플랫폼 등 연구개발이 활발하며, 국내 기업들도 B2B 엣지 클라우드 서비스 출시

  ※ ETRI(AI 기반 지능형 엣지 네트워킹 기술), 나무기술(컨테이너 기반 멀티 하이브리드 클라우드 플랫폼 기술), KT(8개 주요 도시에 5G 모바일 엣지 통신센터 구축) 등

- (미국) 엣지 기반의 서비스 플랫폼 개발과 Use Case를 확장 중이며, 반도체·클라우드·통신·자동차 업계의 움직임 활발

  ※ 카네기멜론 대학/화웨이/인텔/NTT/도이치텔레콤 등(Open Edge Computing Initiative 결성), 인텔(제온 D-2100 프로세서), 엔비디아(DGX-1 및 DRIVEPX2) 등

- (중국) V2X 네트워크 기술과 오픈소스 기반의 MEC 플랫폼 기술 등을 개발하고 있음

  ※ 화웨이(지능형 커넥티드 카용 5G V2X), 바이두(중국 첫 스마트 엣지 컴퓨팅 서비스인 BIE 공개) 등

(2030 미래 활용 모습) 지능형 엣지 컴퓨팅 기술이 5G 네트워크와 융합하여 저지연의 데이터 처리가 필요한 영역에 활용

- 지능형 공장, 자율주행, 원격 관리시스템, 스마트 헬스케어 등 다양한 산업에 지능형 엣지 컴퓨팅 기술이 적용
- 공통 지능형 엣지 컴퓨팅 및 네트워킹 플랫폼 인프라 구축으로 가볍고 비용 효율적인 개방형 생태계 환경 조성

⑥	영역	정보통신	유망기술	VR/홀로그램 기반 실시간 협업 플랫폼

■ (필요성) 민간 기업 또는 개인들이 소비자들에게 자신들의 응용 서비스를 편리하게 제공하도록 지원해주는 VR/AR 서비스 플랫폼이 빠르게 확산

- VR/AR 기술은 ICT 및 하드웨어 성능 발전으로 현실과 구분되지 않는 콘텐츠 구현 가능
- 디지털 컨버전스에 따라 타산업과의 융합이 가속화되고 있으며, 국내 소비자들은 다양한 콘텐츠를 경험하기 위해 글로벌 대형 플랫폼으로 흡수

■ (국내외 동향) 다양한 사업자들과 연계한 융합 플랫폼 개발이 확대되고 있으며, 현실감과 몰입감을 높이기 위한 기술개발 활발

- (한국) 오감 만족형, 개인·단체 체험형 등 다양한 원천기술들이 개발 중이며, 통신회사들은 통신망 연계 서비스 개발

  ※ 삼성전자 종합기술원(홀로그래픽 디스플레이), KT(평창 5G 빌리지), ETRI(디지털 홀로그래픽 테이블탑형 단말 프로토타입), LG 유플러스(비디오포털 VR) 등

- (미국) 범부처 협력 프로그램인 NITRD*을 중심으로 VR/AR 기술을 선제적으로 개발하고 있으며, 민간 기업의 제품·서비스 다양화

  * Networking and Information Technology Research and Development : 상무부, 국방부 등 24개 연방기관이 참여하는 범부처 협력 프로그램

  ※ 페이스북(페이스북 스페이스), Looking Glass Factory(데스크탑 홀로그램 디스플레이) 등

- (EU) Horizon 2020 HOLOBALANCE 과제를 통해 노령인구의 개인화된 코칭 플랫폼을 개발 중이며, 다양한 이해관계자들로 구성된 산업생태계 구축

  ※ 영국 WaveOptics(홀로그램 기술 기반의 제품·기기 품질 관리), 독일 Crytek(The Climb) 등

■ (2030 미래 활용 모습) VR/홀로그램 기술의 발전으로 거리에 상관없이 여러 사람들이 3차원 가상환경에서 공동작업 가능

- 기존 PC방이 VR/AR방으로 전환되고, 테마파크의 VR/홀로그램 체험관 개수도 대폭 확대됨
- 외과 수술, 교육 등 다양한 응용 분야에 VR/홀로그램 기술과 인공지능이 결합되어 서비스됨

⑦	영역	제조	유망기술	인터페이스의 벽을 허무는 'Beyond Screen' 기술

(필요성) 사용자 인터페이스 'NUI'의 대중화가 급속히 이루어지고 있으며, 이에 따라 사용자 니즈 또한 다양화됨

- 디지털 기술의 발전으로 시·공간을 뛰어넘는 초연결 사회(Hyper-connected Society)가 도래할 전망
- 직접 명령어를 입력하는 시대에서 스크린을 벗어나 사람의 인지 기능을 활용하는 NUI(Natural User Interface) 시대 도래

(국내외 동향) 민간 기업을 중심으로 다양한 응용 분야에 제품·서비스가 개발되고 있으며, 기술의 완성도도 점차 높아지고 있음

- (한국) 자체 IoT 플랫폼을 개발하고 있으며, 표준화 및 AI·빅데이터·클라우드 기술을 활용하여 입·출력 기술을 고도화하고 있음
  ※ KIST(광섬유 기반 착용형 3D 모션 캡처링 센서), 투비소프트(Nexacro 플랫폼), TOMATO SYSTEM (엑스빌더 6), 태그웨이(써모리얼) 등
- (미국) 동작인식, AI 음성인식, UI/UX 기술 등 핵심기술을 보유하고 있으며, 민간기업을 중심으로 다양한 제품을 선보임
  ※ Invensense(MEMS 모션 트래킹 센서), ReactJS(모바일 앱 개발용 오픈소스 Javascript MVC) 등
- (EU) 민간 기업을 중심으로 응용기술들이 개발되고 있으며, 핵심기술 개발을 위해 다수의 산·학·연 과제 추진
  ※ 스위스 STMicroelectronics(ASM330LHH), 벨기에 Acapela Group SA(음성합성 B2B 서비스) 등

(2030 미래 활용 모습) 스크린이 인터페이스(Interface)가 아닌 인터렉티브(Interactive)한 시대 도래

- 인공지능 기반 자율주행차, IoT 기반 스마트 헬스케어, 다중 생체인식 시스템 등 다양한 응용분야에 사용자의 경험을 개선하는 기능 도입
- 음성인식, 동작인식, 아이트래킹, 뇌파인식 등 인체 신호들이 입·출력되어 사람과 협업하는 시스템 구현
- SW 및 하드웨어 회사 간 협업이 확대되고, 관련 스타트업 및 중소·중견기업의 수 증가

⑧	영역	보안	유망기술	초연결 시대의 사이버 지킴이, 인공지능 보안 기술

(필요성) 인공지능 기술이 실질적인 상용화 단계로 발전함에 따라 보안 기술개발 필요

- 인공지능은 제조, 의료, 교통 등 사회 전 분야에 걸쳐 생태계 성장을 가속화하고 혁신가치를 창출
- 기존 보안기술로는 한계가 존재하므로 초연결·초융합·초정보 사회에 선제적으로 대비하기 위한 인공지능 보안기술 개발 시급

(국내외 동향) 인공지능 보안 기술에 대한 투자가 확대되고 있으며, 민간기업을 중심으로 다양한 보안 솔루션이 개발되고 있음

- (한국) 지난 8월 데이터 3법이 개정되었으며, 인공지능 보안 기술의 완성도를 높이기 위한 다양한 연구 진행
  ※ 이시트 시큐리티(악성코드 위협 대응 솔루션), 이글루 시큐리티(인공지능 기반 통합보안관제 솔루션), LG CNS(인공지능 기반 내부 네트워크 이상 접속행위 자동 탐지) 등
- (미국) 범부처 협력 프로그램인 NITRD에서 안전한 AI 시스템 개발을 강조하였으며, 국토안보부는 기술 표준의 중요성 강조
  ※ 시장조사기관인 CBInsight는 사이버 보안 관련 제품·서비스를 제공하는 스타트업 80여개를 발표하였으며, feedzai, Agari 등 많은 기업들이 인공지능 보안 기술개발을 확대하는 추세
- (EU) 인공지능 생태계 활성화 및 보안 기술개발을 위해 투자를 확대하고 있으며, 제품·서비스의 위험도 분류를 위해 사전 적합성 검사 추진
  ※ 영국 다크트레이스(인공지능 기술을 활용한 IoT 보안 및 데이터 침해 솔루션), 프랑스 Shift Technology(인공지능 기반의 보험사기 분석 솔루션) 등

(2030 미래 활용 모습) 사이버공격에 대한 사전 감지 및 방어 기술의 중요성이 강조되며, SW 기술의 보급 확산 및 네트워크 확대로 개인관제 가능

- 대규모 지능화된 사이버공격의 발생으로 해킹의 징후를 인공지능이 사전 예측하여 차단하는 기술 환경 구현
- 초연결·초지능화 사회로 전환됨에 따라 사각지대로 존재하는 스마트홈 보안을 개인 스마트 기기를 통해 관제 가능

⑨	영역	문화	유망기술	비대면 초실감 미디어 제작 및 중계 기술

(필요성) COVID-19의 창궐로 오프라인 중심의 스포츠, 영화 등 엔터테인먼트가 온라인으로 급격히 전환

- 오프라인을 중심으로 산업구조를 형성해왔던 스포츠, 연예, 영화, 방송 등 엔터테인먼트 산업의 수입이 급감함에 따라 대안 마련 필요
- 5G 기술의 도입으로 몰입감과 현장감을 극대화할 수 있는 실감미디어 콘텐츠를 소비할 수 있는 스마트 미디어 환경이 조성됨

(국내외 동향) 미디어 중계뿐만 아니라 국방, 의료 등 다양한 분야에 초실감 기술 서비스 및 사업화 추진

- (한국) 시·공간의 제약을 극복하고 사용자가 능동적으로 참여할 수 있는 인터렉티브 실감형 미디어 콘텐츠 제작 및 중계 기술이 서비스되고 있음
  ※ 4DREPLAY(타임슬라이스 기반의 다시점 실감미디어 콘텐츠 제작 및 중계), ETRI(8K급 360도 초고화질 실감영상 실황중계 기술 개발) 등
- (미국) 국방, 문화, 스포츠 등 다양한 분야에 실감미디어 콘텐츠 제작 및 유통 플랫폼을 구축하여 서비스되고 있음
  ※ 육군(홀로그램 작전지도), 인텔(True View와 True VR로 렌더링 기반의 다시점 실감미디어 서비스 제공), IBM(AI 기반의 하이라이트 및 효과음 적용 기술 서비스) 등
- (일본) COVID-19와 도쿄 올림픽 등을 계기로 다양한 초실감 미디어 콘텐츠 제작 및 중계 기술을 개발하고 있음
  ※ 소프트뱅크(4DREPLAY로부터 4DLIVE 솔루션을 공급받아 야구 중계 서비스 제공), NHK(홀로그램 방송기술을 '22년 월드컵 중계방송에 적용하겠다는 계획 발표) 등

(2030 미래 활용 모습) 다양한 분야에서 공급자 중심의 중계기술이 아닌 상호 소통하는 채널이 마련되어 소비자 체감도 제고

- 의료, 교육훈련, 공정 개선, 유통 및 소비 등 다양한 분야에서 초실감 미디어 기술이 활용됨
- VR 기술을 넘어 홀로그램 기반의 미디어 중계 기술이 발전하고, 인공지능 기술이 적용되어 맞춤형 미디어 정보가 선제적 제공

⑩	영역	환경	유망기술	온라인 쇼핑 쓰레기를 줄이는 녹색포장 기술

■ (필요성) 온라인 쇼핑 증가로 쓰레기 배출량이 급증하고 있어 감축 및 대체를 위한 혁신적 대안 필요

- COVID-19 장기화로 각종 일회성 플라스틱(포장재) 폐기물 배출량이 심각한 환경 문제 유발원인으로 지목
- 탈 플라스틱, 순환경제 등이 주요 트렌드였으나, COVID-19 발생으로 비대면사회가 도래하면서 플라스틱 사용량 증가

■ (국내외 동향) 정부·지방정부의 자원순환 환경규제가 강화되고 있으며, 민간 기업은 이를 뒷받침하기 위한 녹색포장 제품·소재 개발 확대

- (한국) 2030년부터 비닐봉투 및 일회용 플라스틱 사용이 전면 금지되며, 민간기업을 중심으로 바이오플라스틱 기술개발 활발
  ※ SR테크노팩(GB-8), 아모레퍼시픽(화장품 용기에 메탈 제로 펌프 도입), 아워홈(생분해성 비닐봉투 점포 도입) 등
- (미국) 지방정부 차원의 비닐봉투와 일회용 플라스틱 사용 금지 조치가 확대 시행됨에 따라 소비재 제조업체들은 친환경 패키지 활용
  ※ 캘리포니아('19년부터 미국 최초로 패스트푸드점을 제외한 모든 식당에서 플라스틱 빨대 사용 금지), 시애틀('18.7월부터 플라스틱 식기류 사용 금지) 등
- (EU) 지속가능한 순환경제를 주요 정책방향으로 제시하고 있으며, 이를 뒷받침하기 위한 다양한 환경규제 마련
  ※ EU('25년까지 플라스틱 병의 90% 이상 분리수거 의무화), 프랑스('25년부터 일회용 플라스틱 제품 성분 중 친환경 바이오 소재 비중이 최소 60% 이상 포함) 등
- (일본) 최근 지속가능한 바이오 플라스틱 도입 로드맵(안)을 마련하였으며, '20.7월부터 비닐봉지 유료화를 시작하는 등 규제 강화

■ (2030 미래 활용 모습) 녹색포장재가 보편화되고, 국민들의 친환경주의 인식 확산으로 녹색포장재 사용 제품 구매 확대

- 국민들의 인식이 편리주의보다 친환경주의로 전환되어 다소 비싸지만 친환경 포장재 선호
- 대부분의 산업군은 재활용 가능한 포장재를 사용하고 폐기물 발생량을 최소화함

Ⅳ 결론 및 시사점

우리사회는 COVID-19 팬더믹이라는 '블랙스완'을 만나 뉴노멀 시대로 급격히 전환되고 있음

- 소비, 교육, 교통, 의료 등 사회 전 분야에서 언택트화되고 있으며, 과학기술 혁신은 이러한 환경변화를 가속화시키는 핵심열쇠
- 2021년도 KISTEP 미래유망기술 주제는 문헌조사 및 전문가 의견수렴 등을 통해 '언택트(비대면) 사회'로 선정

각 영역별 향후 10년 이내의 미래사회 니즈를 발굴하고, 기업간담회 및 특허 분석 등을 통해 언택트 시대의 10대 미래유망기술 선정

- 의료, 교육, 교통, 소비, 정보통신, 에너지환경 등 각 영역별 미래사회 니즈와 대응기술을 발굴하고, 연구 주제(언택트)와의 정합성 및 파급효과 등을 고려하여 미래유망 후보기술 발굴
- 후보기술별 기업 간담회 및 특허분석, 내부연구진 토론 등을 종합하여 언택트 시대의 10대 미래유망기술 선정

  ※ ① 비침습 생체정보 기반의 심혈관 질환 관리 기술, ② 교통약자를 위한 Level 4 자율주행 자동차, ③ LXP 기반의 개인 맞춤형 큐레이션 기술, ④ 자율주행 기반의 라스트마일 딜리버리 서비스, ⑤ 지능형 엣지 컴퓨팅, ⑥ VR/홀로그램 기반 실시간 협업 플랫폼, ⑦ 인터페이스의 벽을 허무는 Beyond Screen 기술, ⑧ 초연결 시대의 사이버 지킴이, 인공지능 보안기술, ⑨ 비대면 초실감 미디어 제작 및 중계 기술, ⑩ 온라인 쇼핑 쓰레기를 줄이는 녹색포장 기술

- 10대 유망기술은 인구구조 변화(저출산·고령화), 맞춤형 서비스 제공, 사회 안전성 제고 등의 미래사회 니즈에 대응 가능할 것으로 기대됨

언택트 시대의 미래유망기술이 상용화로 이어지고, 기술의 완성도를 높이기 위해서는 정책적 지원확대와 규제 개선 필요

- 설문조사 결과 현재 우리나라의 언택트 서비스의 만족도는 '보통' 수준이며, 10대 미래유망기술의 국내 수준은 대부분 '추격' 단계

- 기술실현 저해요인을 상세 분석하여 실효성 있는 전략을 마련하고 관련 R&D 투자 확대 및 법·규제 개선 필요

(참고) 민간에서 바라본 KISTEP 10대 미래유망기술의 실현 저해요인(예시)

10대 미래유망기술	기술실현 저해요인
비침습 생체정보 기반의 심혈관질환 관리 기술	• 데이터 3법 개정으로 정보 활용 폭이 넓어졌으나, 공인된 가명정보 업체를 활용해야 하며 동형암호 기술을 활용하기에는 한계가 있음 • 의료인과 의료인 간 원격협진은 허용되나, 의료인과 환자 간 원료의료는 법 개정이 되지 않음
교통약자를 위한 Level 4 자율주행 자동차	• 자율주행차 제작과 운행과 관련하여 규제를 완화하고 있으나, 교통약자 대응, 책임규명 등에 대한 명확한 가이드라인 부족 • 교통약자 이용 확대를 위한 차량과 도로가 협력할 수 있는 인프라 부족
LXP 기반의 개인 맞춤형 큐레이션 기술	• 학습자 관점의 데이터 표준화가 이루어지지 않고 있으며, 나이스(NEIS)와 연동되지 않음 • 학교 내 교사 및 학생들이 학습을 위한 디지털 기기 사용 빈도 낮음
자율주행 기반의 라스트마일 딜리버리 서비스	• 규제샌드박스로 시범사업을 추진하였으나, 실외 주행 로봇의 경우 도로나 보도 등에서 주행이 허용되지 않음 • 사고 발생 시 책임소재 및 보험 등에 대한 가이드라인 마련과 함께 전용통신망 및 충전 등 인프라 보급 부족
지능형 엣지 컴퓨팅	• 장비, SW 플랫폼 등의 대부분을 해외 기업들이 차지함에 따라 기술의존성이 점차 심화 • 5G 네트워크와 연계한 지능형 엣지 컴퓨팅 핵심서비스의 실증 및 확산 유도 부족
VR/홀로그램 기반 실시간 협업 플랫폼	• 콘텐츠 제작 도구의 외산 의존도가 높아 글로벌 경쟁력이 낮으며, VR·AR 기술 한계로 서비스의 만족도가 높지 않음 • 초기 투자의 위험성 때문에 기업들의 진입이 소극적
인터페이스의 벽을 허무는 Beyond Screen 기술	• SW산업 경쟁력은 세계 최고수준 대비 79.2%에 불과하며, 전문인력 공급 부족 • 영세, 다단계 하청, 외주 등의 불안정한 산업구조 속에서 SW 기술개발과 전문성 축적 한계
초연결 시대의 사이버 지킴이, 인공지능 보안기술	• 국내 인공지능 기술 성숙도가 낮아 도입에 한계 • 보안 데이터에 대한 전처리를 기업 자체적으로 수행하고 있어 국내 사이버 위협 정보 공유 표준 부족
비대면 초실감 미디어 제작 및 중계 기술	• AR 촬영에 따른 프라이버시 침해, 콘텐츠의 게임물 규제 적용 등 실감 미디어 상용화를 저해하는 규제 요소 존재 • COVID-19로 촉발된 온라인 공연 및 중계 수요 대비 연구개발 인력 부족
온라인 쇼핑 쓰레기를 줄이는 녹색포장 기술	• 포장재의 자원순환성과 기능성을 동시에 고려한 법·제도가 마련되지 않은 상황에서 기술개발은 배송업체 주도로 반복사용과 천연소재 채택 수준 • 석유기반의 플라스틱 고분자는 탄소세의 도입으로 시장경쟁력이 약화될 가능성 높음

■ 언택트 시대의 미래유망기술을 선정하기 위해 다양한 의견수렴과 연구방법론을 적용하였으나 다음과 같은 한계점이 있어 후속연구 시 고려 필요

- 기업 간담회 및 설문조사 등을 통해 미래유망기술을 선정하였으나, 다양한 이해관계자의 폭넓은 의견을 수렴하기에는 한계가 있었음
- '13년부터 핵심트렌드 대응형 미래유망기술을 선정함에 따라 주제나 유망기술은 상이하나 연구프레임이 유사함. 따라서 후속 연구 시 차년도 과학기술 아젠다를 발굴하고 이에 대응할 수 유망기술을 선정하는 방식 고려 필요

참 고 문 헌

- 4차산업혁명위원회 (2020), 미래 교육을 위한 에듀테크 활성화 권고(안).
- Afreen et al., (2019), Rethinking EBAD: Evolution of smart noninvasive detection of diabetes, TrAC Trends in Analytical Chemisty, 118, pp. 477~487.
- Ahmad et al., (2017), Solution Process Synthesis of High Aspect Ratio ZnO Nanorods on Electrode Surface for Sensitive Electrochemical Detection of Uric Acid, scientific reports 7, 46475.
- Centre for Strategic Futures (2019), Foresight 2019.
- Darktrace (2020), 인공지능으로 구현되는 자율 대응의 미래.
- ESPAS (2019), GLOBAL TRENDS TO 2030 – CHALLENGES AND CHOICES FOR EUROPE.
- European bioplastics, https://www.european-bioplastics.org/.
- Han et al., (2021), Noninvasive blood glucose sensing by near-infrared spectroscopy based on PLSR combines SAE deep neural network approach, Infrared Physics & Technology, 113, Elsevier.
- Kang et al., (2020), Direct observation of glucose fingerprint using in vivo Raman spectroscopy, science advances, 6(4).
- KEIT PD Issue Report (2019), 생분해성 바이오플라스틱 생산기술과 산업동향.
- LG CNS(2020), AI보안 요원이 랜섬웨어 공격 잡아낸다.
- National Intelligence Council (2017), Global Trends: Paradox of Progress.
- 과학기술정보통신부 (2020), 과학기술 미래비전 2045.
- 과학기술정보통신부·KISTEP (2012), 제4차 과학기술 예측조사.
- 과학기술정보통신부·KISTEP (2017), 제5차 과학기술 예측조사.
- 김상룡 외 (2013), 홀로그래피 기술 현황과 전망, 한국방송통신전파진흥원, CP Issue, 4(6).
- 박노언 외 (2021), 2021년 KISTEP 미래유망기술 선정에 관한 연구, 한국과학기술기획평가원.
- 박영숙 회 (2019), 세계미래보고서 2019, 비즈니스북스.
- 산업통상자원부(2020), 자율차 초일류 국가 달성을 위한 범부처 협력 자율주행 기술개발 프로젝트 본격 착수.
- 소프트웨어정책연구소 (2019), 미국 VR·AR 기술 정책의 진화.
- 전국경제인연합회 (2020), 한국 ICT 산업현황과 시사점.
- 정보통신기획평가원 (2019), VR·AR·MR 관련 기술 및 정책동향.

- 정보통신기획평가원 (2020), 국내외 모션센서 기술 동향.
- 정보통신산업진흥원 (2019), VR·AR을 활용한 실감형 교육 콘텐츠 정책동향 및 사례분석.
- 정책기획위원회 (2019), 혁신적 포용국가 미래비전 2045.
- 한국IR 협의회(2019), 디지털콘텐츠(VR, AR, MR).
- 한국과학기술기획평가원 (2019), 2019년 과학기술 & ICT 정책·기술 동향 분석.
- 한국과학기술기획평가원 (2020), 포스트 코로나 시대의 미래전망 및 유망기술.
- 한국무역협회 (2019), 주요국의 플라스틱 규제 동향과 혁신 비즈니스 모델 연구.
- 한국생명공학연구원 (2020), 2020 10대 바이오 미래유망기술.
- 한국인터넷진흥원 (2019), 2019 글로벌 정보보호 산업시장 동향.
- 한국인터넷진흥원 (2020), EU 인공지능 백서 주요 내용과 시사점.
- 한국전자통신연구원 (2017), 초연결 지능 인프라 원천기술 연구개발 기획보고서.
- 한국전자통신연구원 (2018), 지능형 엣지 컴퓨팅 및 네트워킹 기술.
- 한국전자통신연구원 (2020), 5G 기술 및 서비스 동향.
- 한국전자통신연구원 (2020), 네트워크와 AI 기술 동향.
- 한국전자통신연구원 (2020), 네트워크와 AI 기술.
- http://tomatosystem.co.kr/solution/#.
- http://www.cargonews.co.kr/news/articleView.html?idxno=39619.
- http://www.env.go.jp/press/108733.html.
- http://www.inews24.com/view/1219406.
- https://adlnet.gov/projects/tla/.
- https://bioplasticsnews.com/.
- https://biz.chosun.com/site/data/html_dir/2020/08/18/2020081804432.html.
- https://blog.naver.com/tech-plus/221337258661.
- https://easymile.com/.
- https://enhancedworld.com/.
- https://invensense.tdk.com/.
- https://mirian.kisti.re.kr/index.jsp.
- https://namu.wiki/w/%EA%B8%B0%EC%88%A0%EC%A0%81%20%ED%8A%B9%EC%9D%B4%EC%A0%90.

- https://news.samsung.com/kr/%EC%83%81%EC%83%81%EC%9D%B4-%ED%98%84%EC%8B%A4%EB%A1%9C%ED%99%80%EB%A1%9C%EA%B7%B8%EB%9E%98%ED%94%BD-%EB%94%94%EC%8A%A4%ED%94%8C%EB%A0%88%EC%9D%B4-%EC%97%B0%EA%B5%AC.
- https://newsis.com/view/?id=NISX20171128_0000161456&cID=13001&pID=13000.
- https://open.edx.org/.
- https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=30481095&memberNo=3185448&vType=VERTICAL.
- https://www.4dreply.com.
- https://www.acapela-group.com/.
- https://www.apple-economy.com/news/articleView.html?idxno=58724.
- https://www.bigfootbiomedical.com/.
- https://www.cbinsights.com/.
- https://www.chosun.com/site/data/html_dir/2016/08/05/2016080500218.html.
- https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2020/.
- https://www.hellodd.com/news/articleView.html?idxno=61979.
- https://www.intel.co.kr/content/www/kr/ko/sports/technology/true-view.html.
- https://www.lended.org.uk/.
- https://www.nitrd.gov/.
- https://www.research.ibm.com/5-in-5/.
- https://www.robotis.com/.
- https://www.shift-technology.com/.
- https://www.st.com/content/st_com/en.html.
- https://www.starship.xyz/.
- https://www.technologyreview.com/10-breakthrough-technologies/2020/.
- https://www.theclimbgame.com.
- https://www.tobesoft.com/Index.do.
- https://www.weforum.org/reports/top-10-emerging-technologies-2020.
- https://www.yna.co.kr/view/AKR20200513062600848.
- https://www.wef.org.

필자 소개

▶ 박노언
- 한국과학기술기획평가원 기술예측센터 연구위원
- 043-750-2391 / ecoenv@kistep.re.kr

KISTEP ISSUE PAPER 2021-02 (통권 제302호)

‖ 발행일 ‖ 2021년 1월 27일

‖ 발행처 ‖ 한국과학기술기획평가원 혁신전략연구소
충청북도 음성군 맹동면 원중로 1339
T. 043-750-2300 / F. 043-750-2680
http://www.kistep.re.kr

‖ 인쇄처 ‖ 주식회사 동진문화사(T. 02-2269-4783)