

디지털 전환의 개념과 디지털 전환 R&D의 범위

송영근·박안선·심진보

본 보고서는 ETRI 기술정책연구본부 **기본사업인**
“**국가 지능화 기술정책 및 표준화 연구**”를 통해 작성된 결과물입니다.



본 보고서의 내용은 연구자의 견해이며 ETRI의 공식 의견이 아님을 알려드립니다.

목 차

C O N T E N T S

핵심 요약 i

I. 서론 : 연구 배경 및 목적 1

II. 디지털 전환 관련 연구의 이론적 검토 3

- 1. 디지털 전환의 정의에 관한 논의 3
- 2. 디지털 전환 정의에 관한 선행 연구 분석 5
- 3. 디지털 전환 관련 연구에 대한 계량서지 분석 8
- 4. 디지털 전환의 정의 17

III. 디지털 전환 R&D의 범위 21

- 1. 주요 기관 및 연구들이 바라보는 디지털 전환 핵심기술 22
- 2. 국내 디지털 전환 관련 정책의 디지털 전환 핵심기술 33
- 3. 해외 디지털 전환 관련 정책의 디지털 전환 핵심기술 39
- 4. 디지털 전환 R&D 범위의 획정 41

참고문헌 43



핵심 요약

④ 디지털 전환의 개념

○ (연구배경) 디지털 전환은 산업 경쟁력 확보*의 핵심 동인으로 부상 중이나, 여전히 용어와 범위에 대한 명확한 정의는 부재한 상황

* 디지털 전환에 성공한 기업은 경쟁기업 대비 28% 높은 이익 창출(조지 웨스터먼 외, '17)

○ 제4차 산업혁명의 진전과 COVID-19 팬데믹의 영향으로 비대면(On-tact) 및 디지털 전환 현상이 가속화

○ 디지털 전환에 대해 다양한 정의들이 존재하고, 유사 개념들*이 혼재되어 있어 관련 연구개발의 범위에 대한 확정이 곤란한 상황

* Digitization : 연속된 실수로 표현된 아날로그 자료와 정보를 이진법(binary) 언어(이산적 수치인 0과 1로 구성됨)로 표현된 자료와 정보로 변환하는 전산화

** Digitalization : 디지털 기술을 활용하여 사회에 구현하는 과정

*** Digital Transformation : 새로운 가치 창출 등 디지털화에 따른 변화

○ (연구방법) 디지털 전환 개념에 대한 명확한 정의를 위해 광범위한 기존 연구들을 대상으로 과학계량학*을 활용하고, 네트워크 분석**을 수행

* 과학계량학(Scientometrics): 문헌들에 대한 정량적 분석과 문헌 간의 네트워크를 분석하여 객관성과 신뢰성을 높이는 과학기술의 현상학적 분석 방법

** 키워드 네트워크 분석 또는 동시출현단어(Co-word) 분석: 텍스트들의 집합에서 단어를 추출하고, 이 단어들이 각 문서에 동시 출현(Co-occurrence)한 빈도를 계산하여 이를 적절한 유사도 지수를 통해 변형하고 각 단어들 간의 관계를 시각화하는 분석법

○ 총 3,700여 건의 해외 문헌('Digitization' 관련 1,528건, 'Digitalization' 관련 1,335건, 'Digital Transformation' 관련 903건) 및 784건의 국내 문헌을 대상으로 분석 수행

○ (연구결과) 디지털 전환은 일시적인 현상이 아니라 Digitization 및 Digitalization를 포괄하여 계속해서 단계별로 진화·확장하는 개념

**디지털 전환은 “디지털 기술의 도입 및 활용으로 인한
사회 및 산업체제 전반의 지속적인 변화”**

표 i 디지털 전환의 개념과 디지털 전환 R&D의 범위 (디지털 전환의 진화 단계)

구분	디지털 전환의 진화 단계		
	디지털화 (Digitization)	디지털화 (Digitalization)	디지털 전환 (Digital Transformation)
대상	데이터의 변환	정보 처리 과정의 변환	지식 활용의 전환
목표	아날로그 형식을 디지털 형식으로 변경	기존의 업무 프로세스 자동화	새로운 가치 창출
디지털 기술	전산화 메타 데이터 컴퓨터 지원 설계 3D 모델링	이미징 및 스캐닝	
		사물인터넷 빅데이터 블록체인 모바일 RPA	
		클라우드 증강현실	
응용 분야	데이터베이스	디지털 문화유산 아카이브	
		물류 이러닝 및 혼합형 학습	공공 행정 디지털 마케팅 중소기업 비즈니스 모델
방법론	이미지 처리 문자 인식	교육 (디지털) 기업가 정신	
		자동화	비즈니스 프로세스 관리 변화 관리 조직 변화 역동적 능력
사회적 이슈	정확성 저작권 및 지적 재산권	디지털 혁신 코로나19 팬데믹	
		상호운용성 효율성	4차 산업혁명 지속가능성 가치 창출 디지털 격차 디지털 리더러시
시기	1990년대 후반	2000년대 초반 ~ 2010년대 중반	2010년대 후반

* 출처: ETRI 기술전략센터 자체작성

④ 디지털 전환 R&D 분류 기준 및 범위 확정

- (R&D 대상 및 목적) 연구개발(R&D)은 과학기술에 대한 새로운 지식이나 원리를 탐색하고 해명, 그 성과를 실용화하기 위해 진행하는 탐구적 제반 활동
- 연구개발(R&D)의 대상은 과학기술이기 때문에, 디지털 전환 R&D의 핵심기술이 무엇인지 파악하는 것이 중요
- 또한, 연구개발(R&D)의 목적이 신기술의 창출, 기술의 경쟁력 확보 및 기술을 이용한 성과확산*이라는 점을 고려할 때, 디지털 전환 R&D 기술의 본질에 집중하는 것이 중요
 - * 성과확산 : 제품·서비스 경쟁력 확보
- 따라서 디지털 전환 R&D의 범위를 판단할 때, 디지털 전환 핵심기술의 본질을 파악하는 관점으로 접근하는 것이 타당
- 디지털 전환 핵심기술은 ‘디지털 전환을 구현하는데 필요한 핵심 요소기술(Digital Transformation Enabler)’로 정의 가능
- (주요 기관) 주요 기관·연구들은 디지털 전환 핵심기술로 ICBM(IoT, Cloud, Big Data, Mobile), AI, RPA, 사이버 보안/블록체인, AR 등을 언급
- 기타 핵심기술로 3D프린팅(적층 생산), 디지털 플랫폼, Social Media 등이 언급

표 ii 주요 기관·연구들이 바라보는 디지털 전환 핵심기술

기관/기술	IoT	Cloud	Big Data	Mobile	AI	RPA	보안/블록체인	AR
① IDC								
② PWC								
③ Ecosystem								
④ TechRepublic								
⑤ PTC								
⑥ Livity								
⑦ MindsterDX								
⑧ Manenest								
⑨ Azure Digital								
⑩ Nexus Integra								
⑪ NeoSOFT								
⑫ J. Inno&Mgt								
⑬ Sustainability								
⑭ J. PM&D								
채택률	100%	100%	71%	79%	79%	86%	57%	50%

* 출처 : ETRI 기술전략연구센터 자체작성

○ (국내 정책) 국내 디지털 전환(지능정보사회, 4차 산업혁명) 관련 정책에서는 “ICBM + AI”를 디지털 전환 핵심기술로 강조

- 디지털 전환 핵심기술 외에 관련 성과가 확산되는 응용분야(융합서비스, 유망산업)를 제시
 - 응용분야: 지능형 로봇, 자율주행차, 드론, AR/VR, 스마트시티 등

○ (해외 정책) 해외 주요국들의 디지털 혁신 관련 정책에서도 “ICBM + AI”, 반도체, 고성능 컴퓨팅, AR/VR, 첨단제조, 사이버보안 등을 디지털 혁신 관련 중점 투자 기술로 제시

표 iii 주요국의 디지털 전환 핵심기술

국가	디지털 혁신 관련 중점 투자 기술
미국	인공지능, 반도체, 고성능 컴퓨팅, 양자정보기술, 차세대 통신, 사이버 보안, 로봇, 첨단제조, 데이터 기술 등
중국	인공지능, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 블록체인, 네트워크, IoT, AR/VR, 양자정보기술 등
EU	5G, 반도체, 클라우드/엣지 컴퓨팅, 빅데이터, 인공지능, 고성능 컴퓨팅, 양자컴퓨팅, 사이버 보안, 첨단제조 등

* 출처: ETRI 기술전략연구센터 (2022). 정부 ICT R&D 포트폴리오 분석

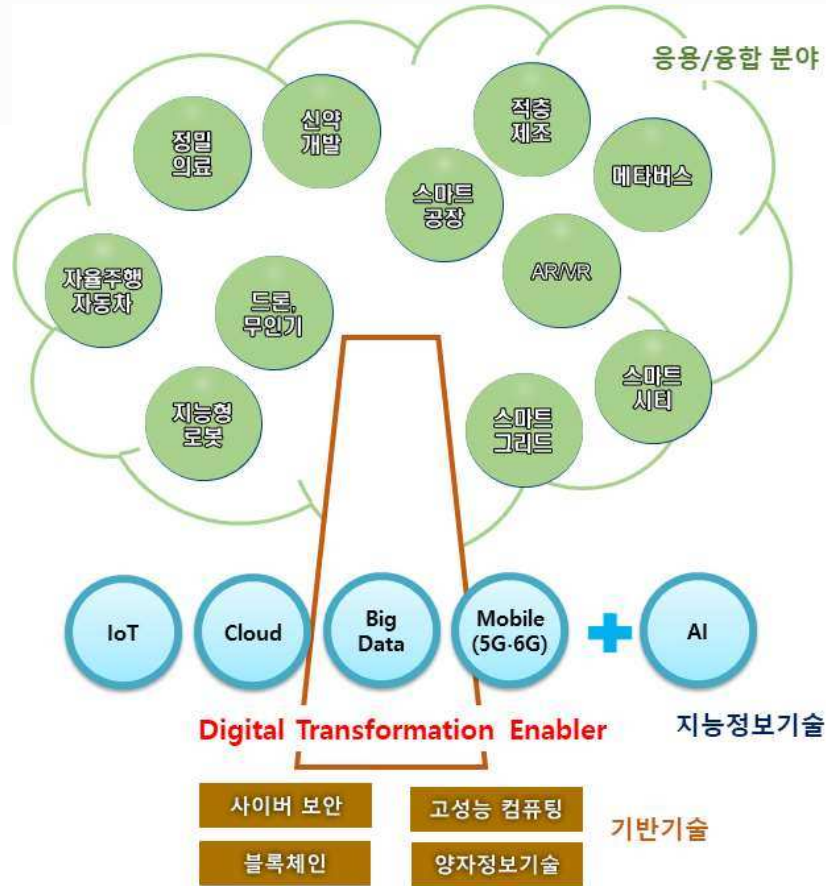
○ (디지털 전환 R&D 범위 확정) DT Enabler + 응용/융합 분야

- (DT Enabler) ICBM + AI로 대변되는 지능정보기술과 사이버 보안, 블록체인, 고성능·변혁적 컴퓨팅 등 기반기술을 디지털 전환 핵심기술(Digital Transformation Enabler)로 정의
- (응용/융합 분야) 디지털 전환을 주도할 유망산업 및 성과가 적용·확산되는 분야*로 자율주행차/드론, 스마트 공장, AR/VR, 지능형로봇, 메타버스 등이 생성 中
 - 응용/융합 분야는 DT Enabler의 발전과 적용 영역 간의 연계를 통해 지속 변화·확장

디지털 전환 R&D 범위는

① 디지털 전환 핵심기술에 대한 원천·상용기술 R&D,
② 응용/융합 분야에서 핵심기술을 활용하여 직접적이고 명확한 디지털 혁신을 촉진시키는 R&D를 대상으로 함

그림 i Digital Transformation Tree: 핵심 기술과 응용 분야



* 출처: ETRI 기술전략연구센터 자체작성

I 서론 : 연구 배경 및 목적

□ 연구 배경

- 디지털 전환은 산업 경쟁력 확보의 핵심 동인으로 부상 중이나, 여전히 용어와 범위에 대한 명확한 정의는 부재한 상황임
 - 제4차 산업혁명의 진전과 COVID-19 팬데믹의 영향으로 비대면(On-tact) 및 디지털 전환 현상에 대한 관심이 증폭됨
 - 단, 현재까지 디지털 전환에 대해 다양한 정의들이 공존하고 있고, 유사 개념들이 혼재되어 있어 관련 연구개발의 범위에 대한 확정이 곤란함
- 따라서 디지털 전환을 기술적 진화로 바라보는 관점과 기술 발전에 따른 산업 및 사회의 변화로 바라보는 관점이 병립하는 상황 하에서 명확한 관점의 정립이 우선적으로 필요한 시점임

□ 연구 목적

- 본 연구는 다음과 같은 2가지 목적을 가지고 수행됨
 - (연구목적 1) 기존문헌 고찰과 분석을 통해 디지털 전환의 개념을 명확하게 정의함
 - (연구목적 2) 디지털 전환 핵심기술 도출을 통해 디지털 전환 R&D의 범위를 확정함
- 디지털 전환의 개념에 대한 명확한 정의를 내리기 위해 광범위한 기존 연구들을 대상으로 과학계량학을 활용하고, 네트워크 분석을 수행함
- 디지털 전환 R&D의 범위를 확정하기 위해 주요 연구기관의 견해 및 국내외 정책 현황을 분석하여 공통적인 핵심기술(Enabler)을 도출하는 분석을 수행함

그림 1 본 연구의 목적 및 구성



* 출처: ETRI 기술전략연구센터 자체작성

Ⅱ 디지털 전환 관련 연구의 이론적 검토

1 디지털 전환의 정의에 관한 논의

□ 개념 정의의 필요성

- 제4차 산업혁명에 관한 논의가 본격적으로 진행될수록 디지털 전환은 개인적 수준을 넘어 조직적·사회적으로 그 영향력이 커지고 있으며, 이에 따라 디지털 전환에 관한 연구도 활발해지고 있음
 - 각국의 정부 기관은 2010년대 후반 국가 차원에서 ‘디지털 전환’ 전략을 세우고 확산시키며 국가 경쟁력 제고를 위해 노력하고 있음¹⁾
 - 기업은 제품 및 서비스의 효율성 극대화를 위해 디지털 기술을 활용한 비즈니스 모델 혁신을 꾀하고 있으며, 디지털 전환에 성공한 기업은 경쟁기업과 비교해 이익이 28% 더 높은 것으로 나타남²⁾
 - 학계나 컨설팅 기관에서는 디지털 전환이 공공분야를 비롯해 민간기업의 비즈니스 모델이나 공급망, 조직, 고객 경험 등에 미치는 영향, 디지털 전환의 수준을 측정하는 지표 개발, 디지털 전환의 적용 방안 및 발전 방향 등을 연구하고 있음
 - 개인의 디지털 전환은 디지털 기술을 사용함으로써 전문직이나 지식 분야에서 혁신과 창의성을 발휘할 수 있는 디지털 리터러시의 최종 단계를 의미함³⁾⁴⁾
 - COVID-19의 세계적 대유행으로 인해 2020년부터 디지털 전환의 진행 속도는 더욱 빨라지고 있으며, 관련 연구도 급증하고 있음
- 그러나 디지털 전환의 정의가 다양하게 존재하며, 유사 개념들이 혼재되어 있어 이론적 검토가 필요함
 - 디지털 전환에 대한 정의가 다양하게 논의되고 있으나 이를 종합적으로 고찰하여 분석하는 연구가 부족함
 - 정부 R&D 부문에서 디지털 전환이 연구 주제 혹은 대상으로 자주 등장하고 있으나 사업별 제각기 다른 개념으로 사용되고 있음
 - 기존의 digitization(디지털화)*, digitalization(디지털화)* 등이 디지털 전환(digital transformation)과 비슷한 의미로 쓰이면서 개념 구분이 모호한 상황임

1) 정소윤, 이재호, 김정해 (2020.12.31.). 공공부문 디지털 트랜스포메이션 전략에 관한 연구. KIPA 연구보고서. 한국행정연구원.
 2) Westerman, G. et al. (2017.01.20.). 《디지털 트랜스포메이션: 4차 산업혁명, 당신의 기업은 무엇을 준비해야 하는가?》 (최경은, 역). 서울: e비즈니스. (원서출판 2014).
 3) Martin, A. (2008). Digital literacy and the “digital society”. In C. Lankshear & M. Knobel (Eds.), *Digital literacies* (pp. 151-176). New York, NY: Peter Lang.
 4) 이상원 (2017). 디지털 트랜스포메이션 사회와 새 정부의 산업정책 방향. 언론정보연구. 54(4): 35-66.

- ※ 디지털화: 연속된 실수로 표현된 아날로그 자료와 정보를 이진법(binary) 언어(이산적 수치인 0과 1로 구성됨)로 표현된 자료와 정보로 변환하는 전산화를 의미함
- ※ 디지털화: 디지털 기술을 활용하여 사회에 구현하는 과정을 의미함
- ※ 디지털 전환: 새로운 가치 창출 등의 디지털 기술 적용에 따른 사회 전체에 초래하는 변화를 강조하는 개념으로, 이에 대한 명확한 정의가 본 연구의 첫 번째 주제임

□ 분석 내용

- 이에 디지털 전환의 디지털화, 디지털화와 개념적인 유사점과 차이점을 분석하며, 어떠한 관계인지 확인함
- 이때, 문헌 고찰을 통해 디지털 전환 정의에 관한 선행 연구를 분석한 후, 빅데이터(계량서지학) 분석을 통해 디지털 전환 관련 연구 현황을 분석하여 개념의 역사적 흐름과 지식구조를 살펴봄
- 이를 통해 디지털 전환이 기술 발전 시기에 따라 어떻게 변화했는지 진화 양상을 확인하며, 디지털 전환 R&D 범위 설정에 활용할 수 있도록 디지털 전환의 의미를 구체화함

2 디지털 전환 정의에 관한 선행 연구 분석

□ 국내 선행 연구

- 디지털 전환이나 디지털 트랜스포메이션 관련 국내 선행 연구의 경우, 학술논문을 비롯한 문헌 수가 800건이 되지 않으며, 아직 미흡한 수준임
 - 주로 보고서나 학술 기사 형식의 단편적인 기술 및 기업 컨설팅 보고서가 대다수로, 디지털 전환에 대한 개괄적인 이해와 사례, 해외동향에 대한 소개에 그치고 있음⁵⁾
 - ① 디지털 전환에 대한 일반 현황, ② 제4차 산업혁명과 디지털 전환의 혁신, ③ 디지털 전환 대응 전략, ④ 디지털 전환 경쟁력(수준) 분석으로 유형화됨

표 1 디지털 전환 및 디지털 트랜스포메이션 관련 국내 문헌 수 (2022년 4월 20일 기준)

구분	학술논문	학위논문	연구보고서	단행본	계
디지털 전환	407	84	23	89	603
디지털 트랜스포메이션	90	18	1	71	181

* 출처: ETRI 기술전략연구센터 자체작성

- 우리나라는 디지털 전환이 부상한 시점인 2017년부터 본격적으로 관련 연구를 시작했기 때문에 <표 2>와 같이 국내 문헌에서의 디지털 전환 정의는 비교적 일관적임
 - ‘디지털 기술의 적용’과 ‘사회나 산업 시스템의 새로운 가치를 창출’이 공통으로 등장함
 - 디지털화(digitization) 및 디지털화(digitalization)와의 차별성이 이미 반영되어 있음

표 2 국내 문헌에서의 디지털 전환의 다양한 정의

출처	디지털 전환의 정의
학계	<ul style="list-style-type: none"> 장윤종·김석관 (2017) 경제사회의 디지털 기술 적용 확대를 통한 생산성 향상, 신 비즈니스 창출, 소비자 편익 증진 등을 포괄함 김준연 외 (2017) 기존에 활용되던 디지털 기술의 고도화 및 적용 범위 확장에 따른 사회구조 변화를 일컫음 이서영 (2018) 인공지능, IoT 등 디지털적인 모든 요소로 인해 발생하는 다양한 변화에 대응하기 위해 조직, 프로세스, 문화, 커뮤니케이션, 시스템 등을 디지털 기반으로 근본적으로 변화시키는 것

5) 정소윤, 이재호, 김정혜 (2020.12.31.).

	이장균 (2018)	정보통신기술을 활용한 새로운 솔루션 창출, 운영 혁신, 사업 기반 재구축 등을 통해 경쟁력을 높이고 신성장을 추구하는 활동
	임희중 외 (2021)	새로운 디지털 기술을 활용하여 고객 데이터를 분석하고, 고객 지향 가치를 창출하며, 이를 바탕으로 비즈니스 프로세스를 개선하거나 새로운 비즈니스 모델을 만드는 등 새로운 비즈니스 기회를 통해 성장 동력을 만드는 것
	이석준 외 (2021)	사람이 수행하는 여러 활동이 디지털 기술이라는 도구를 활용하여 변화하고 혁신을 이루게 되는 폭넓은 활동
기관 · 기업	한국정보화진흥원 (2019)	인공지능, 클라우드, 데이터 등의 디지털 기술 기반 비즈니스 모델을 중심으로 산업구조를 재편하는 것
	한국무역협회 (2019)	디지털 기반으로 고객 경험, 운영·관리 프로세스, 비즈니스 모델 등을 변화시키는 경영전략
	한국전력공사 (2020)	새롭게 등장한 디지털 기술을 통해 고객 또는 시장의 변화에 대응하고 새로운 가치를 창출할 수 있는 기업으로 변환하는 과정

* 출처: 김승현 외(2018), 신기윤 외(2020), 임희중 외(2021)를 참고하여 재정리

□ 해외 선행 연구

- 2010년대 초반 주로 기업이나 컨설팅 기관 등 민간에서 발간되는 보고서를 통해 디지털 전환의 정의 및 특징이 논의되기 시작했으며, 2010년대 중후반부터 디지털 전환을 학문적으로 다루는 연구가 활발해짐
 - 디지털 전환의 용어가 활발히 쓰이기 전에는 디지털화, 디지털화와 혼용되기도 함
 - 디지털 전환의 정의에 기술이 공통으로 언급되며, 점차 비즈니스 모델의 변화를 통한 혁신, 고객 가치 창출 등 산업계 용어들도 등장하고, 사회에 대한 논의도 이루어지기 시작함
- 공공부문에서의 디지털 전환의 대표적인 연구는 OECD의 디지털 정부 관련 보고서들임⁶⁾
 - OECD는 2014년 ‘디지털 정부 전략에 대한 OECD 이사회 권고문’을 발표하여 정부 및 공공부문의 디지털 전략 수립 및 추진에 대한 권고사항을 제시함⁷⁾
 - 점차 각국의 출연기구 등에서 공공서비스를 비롯해 공공기관, 정부 조직에 디지털 전환을 정착시키려는 연구들을 수행함
 - 이에 따라 전자정보보다 발전된 형태인 디지털 정부를 추진함으로써 수요자 맞춤형 서비스를 제공하기 위한 연구들이 진행되고 있음⁹⁾

6) 정소윤, 이재호, 김정해 (2020.12.31.).

7) OECD (2014). OECD Recommendation on Digital Government Strategies.

8) OECD 대한민국 정책센터 (2015). 디지털정부 전략에 관한 OECD 이사회 권고문.

9) 행정안전부 (2020). 행정안전부, 전자정부를 넘어 디지털정부로 대전환

표 3 해외 문헌에서의 디지털 전환의 다양한 정의

출처		디지털 전환의 정의
학계	Bounfour (2015)	디지털 기술을 활용한 정보 및 데이터 저장 방법의 전환
	Nwankpa & Roumani (2016)	빅데이터 분석, 클라우드, 모바일, 소셜 미디어 플랫폼으로의 조직적 전환
	Dalenogare et al. (2018)	디지털 기술을 생산현장에 도입 및 적용함으로써 직간접적으로 유도되는 시장질서 및 산업구조 변화
기관 · 기업	PwC (2013)	인터넷 기반 새로운 기술의 확립을 통한 사회 전반 및 전체 비즈니스 세계의 근본적 전환
	BMWi (2014)	Digitisation은 경제와 사회의 모든 부문의 완전한 네트워킹, 연관 정보를 수집하는 능력, 실행으로 이어질 수 있도록 그 정보를 분석하는 능력을 의미함
	IDC (2015)	기업이 새로운 비즈니스 모델, 제품 및 서비스를 창출하기 위해 디지털 역량을 활용함으로써 고객 및 시장(외부 생태계)의 파괴적인 변화에 적응하거나 이를 추진하는 지속적인 프로세스
	A. T. Kearny (2016)	모바일, 클라우드, 빅데이터, 인공지능, 사물인터넷 등 디지털 신기술로 촉발된 경영환경 변화에 선제적으로 대응하고 비즈니스의 경쟁력을 획기적으로 높이고 새로운 비즈니스를 통해 성장을 추구하는 기업 활동
	Forbes (2016)	일차적으로 디지털 기술을 조직 및 생산현장에 적용하는 것을 넘어, 디지털 기술을 활용한 혁신을 통해 소비자에게 차별화된 경험과 가치를 제공하기 위한 수단
	World Economic Forum (2017)	디지털 신기술의 발전과 확산으로 촉진되는 환경변화에 대응한 경영활동 포함, 디지털 기술 활용 성과를 향상할 수 있는 비즈니스 모델 창출 및 조직혁신 역량

* 출처: 김민식·손가영(2017), 김형택(2017), Schallmo, D. et al. (2017), Abdallah, Y.O. et al. (2021)을 참고하여 내용 재정리

□ 분석 결과

- 디지털 전환 정의에 관한 선행 연구를 종합적으로 고찰한 결과, 다양한 정의들이 존재하며, 유사 개념들과 의미적인 구별이 모호함을 알 수 있음
- 디지털 전환의 다양한 정의들로부터 통일된 의미를 도출하고, 유사 개념들과의 포함 관계를 명확히 하기 위해서는 digitization, digitalization을 비롯해 디지털 전환 연구 전반의 지식구조를 확인할 필요가 있음

3 디지털 전환 관련 연구에 대한 계량서지 분석

□ 분석 방법

- 디지털 전환의 연구 동향을 지식구조(Knowledge Structure) 중심으로 파악하고자 체계적인 문헌 조사 연구 방법론으로 꼽히는 과학계량학(Scientometrics) 및 네트워크 분석(Network Analysis)을 실시함
 - 본 연구에서는 연도별 논문 수와 키워드 네트워크 분석을 통해 디지털 전환 연구의 지식구조를 확인함
 - ※ 과학계량학, 또는 계량서지 분석(Bibliometrics)은 문헌들에 대한 정량적 분석과 문헌 간의 네트워크를 분석하여 객관성과 신뢰성을 높이는 과학기술의 현상학적 분석 방법임
 - ※ 키워드 네트워크 분석, 또는 동시출현단어(Co-word) 분석 방법은 텍스트들의 집합에서 단어를 추출하고, 이 단어들끼리 각 문서에 동시 출현(Co-occurrence)한 빈도를 계산하여 이를 적절한 유사도 지수를 통해 변형하고 각 단어들 간의 관계를 시각화함¹⁰⁾
- 국내 및 해외 연구 동향 분석을 위한 문헌 수집은 각각 RISS와 Scopus의 데이터를 활용함
 - 데이터 수집 범위는 최신 연구의 반영 및 분석의 용이함을 위해 2021년까지로 설정함
 - 문헌 출처 및 종류는 국내의 경우 ‘국내학술논문’으로, 해외의 경우 ‘저널(Journal)의 논문(article)’으로 한정함
 - 국내 연구의 문헌 수집을 위한 검색식에 ‘논문명: 디지털 전환’과 ‘논문명: 디지털 트랜스포메이션’을 사용했으며, 검색 결과의 중복성을 피하고자 ‘Digital transformation’은 사용하지 않음
 - 해외 문헌 검색에는 디지털 전환의 유사 개념을 포함하여 ‘Digitization’, ‘Digitalization’, ‘Digital Transformation’을 각각 사용함
 - ※ RISS는 한국교육학술정보원에서 운영하는 서비스로서 전국 대학이 보유하고 생산하는 학술 자료로 국가학술연구정보 공유 시스템을 구축하고 있음
 - ※ Scopus는 Elsevier 출판사에서 2004년에 서비스 제공을 시작한 학술 데이터베이스임. 전 세계 5,000여 출판사에서 발행되는 24,000여 종의 저널을 수록하고 있어, 과학기술, 의학뿐만 아니라 사회과학 및 인문, 예술 분야 등 모든 분야의 문헌을 포함하고 있음
- 관련성 없는 논문은 제외한 후, 수집된 논문의 서지 정보 중 분석 대상으로 연도, 저자, 기관, 제목, 저자 키워드를 엑셀(Excel)로 변환하여 추출함
 - 결과의 정확성 향상을 위해 KnowledgeMatrix(KM+) 프로그램¹¹⁾을 이용하여 저자 키워드의 약어, 대·소문자, 단·복수형 등을 하나로 통일함으로써 저자 키워드를 정제함

10) 권오진. (2009). 과학계량학 기반 과학기술 지식 네트워크 구조 분석 모델 개발. 서울시립대 박사학위논문.

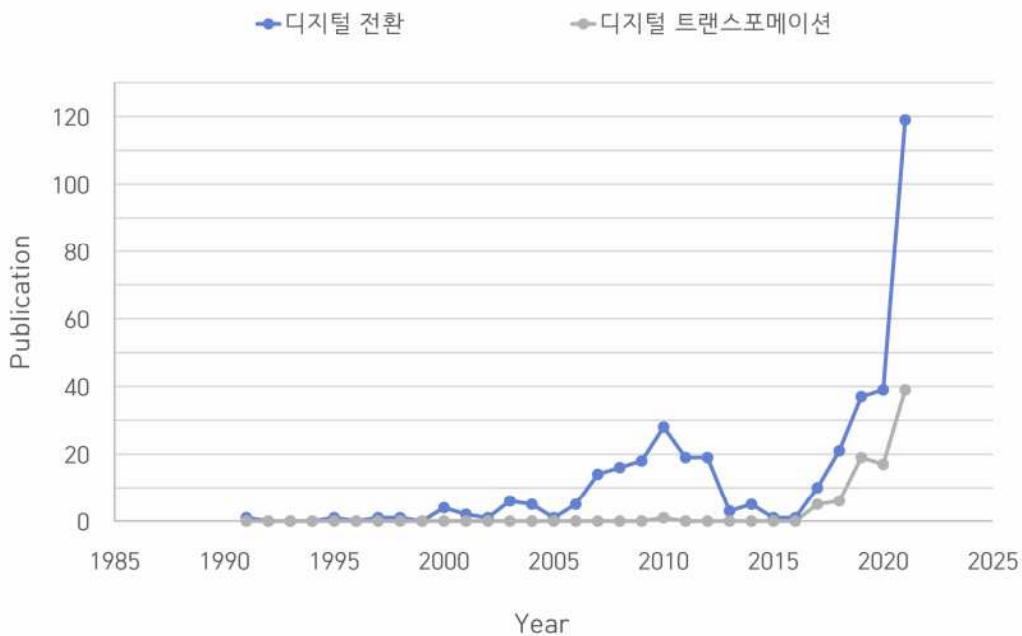
11) KISTI(2016), KnowledgeMatrix Plus ver.0.80 for supporting Scientometric Network Analysis, Department of Scientometric Research, Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI)

- 수집된 논문의 연도별, 국가별 지식 생산의 구조 분석을 엑셀로 그래프를 그린 후, VOSviewer 소프트웨어로 클러스터링 및 시각화를 수행함
 - VOSviewer의 알고리즘은 유사도 계산 기법 중 하나인 ‘Association Strength’ 방법을 채택함¹²⁾
 - 시각화된 클러스터링 결과는 단어동시출현 행렬을 가지고 유사도 수치를 계산한 결과를 반영하여 단어들이 서로 가까울수록, 연결 관계를 나타내는 선이 굵을수록 단어 간 높은 연결 강도를 의미함

□ 국내 디지털 전환 연구의 지식구조 및 키워드 네트워크

- 국내에서는 ‘디지털 전환’ 관련 논문이 감소하는 시기가 있음
 - 2000년대 국내에서는 디지털 전환이 ‘디지털 방송으로의 전환’을 일컬었기 때문에 2000년부터 2010년까지 방송 분야에서 관련 연구가 많이 진행됨
 - 디지털 방송에 관한 연구가 감소하면서 연도별 출간 문헌 수도 감소함
 - 2017년부터 디지털 트랜스포메이션을 의미하는 디지털 전환 연구가 급속도로 증가함

그림 2 연도별 국내 출간 학술논문 수

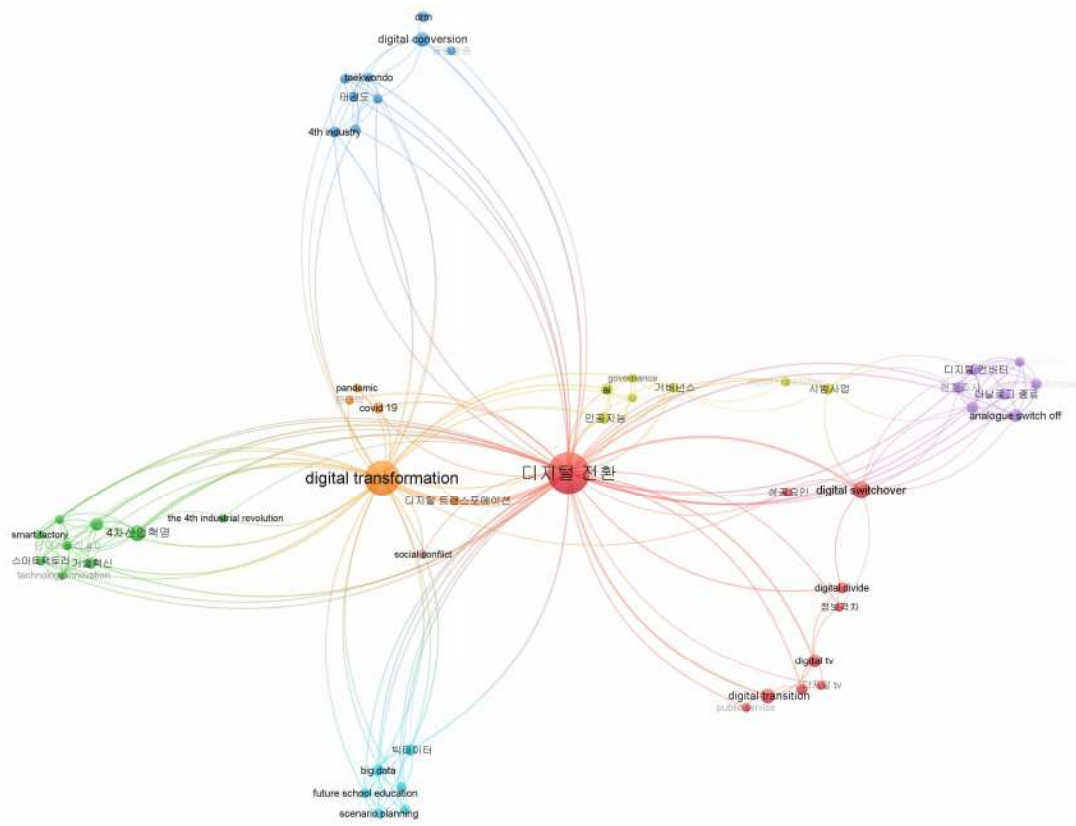


* 출처: ETRI 기술전략연구센터 자체작성

12) van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538.

- 이에 따라 ‘디지털 전환’과 ‘디지털 트랜스포메이션’의 관련 키워드들이 따로 군집화됨(그림 3)
- ‘디지털 트랜스포메이션’은 기술 혁신과 관련한 키워드들이 연결되는 것을 볼 수 있으며, 그 핵심 키워드로는 ‘인공지능’, ‘거버넌스’, ‘빅데이터’, ‘4차 산업혁명’, ‘스마트팩토리’ 등이 나타남
- 또한, ‘코로나19’, ‘팬데믹’ 키워드가 ‘디지털 트랜스포메이션’, ‘디지털 전환’과 연결되는 것으로 보아 디지털 전환이 COVID-19와 밀접하다는 것을 확인할 수 있음
- 반면, ‘디지털 전환’은 ‘디지털 TV’, ‘아날로그 종료’, ‘시범사업’, ‘공영방송’, ‘Digital transition’, ‘Digital conversion’, ‘Digital switchover’ 등 방송의 디지털화 관련 키워드와도 연결되어 있으며, 이를 통해 디지털 전환이 최근까지 디지털 방송 관련 연구에서 쓰였음을 알 수 있음
- 그러나 ‘디지털 트랜스포메이션’과 ‘디지털 전환’ 키워드가 ‘4차산업’, ‘사회갈등’ 등의 키워드를 공유하는 것으로 보아 점차 국내에서의 디지털 전환 연구의 범위가 디지털 방송에 국한되는 것이 아니라 확장되고 있음을 확인하였음

그림 3 저자 키워드 분석 군집화 결과 (디지털 전환)

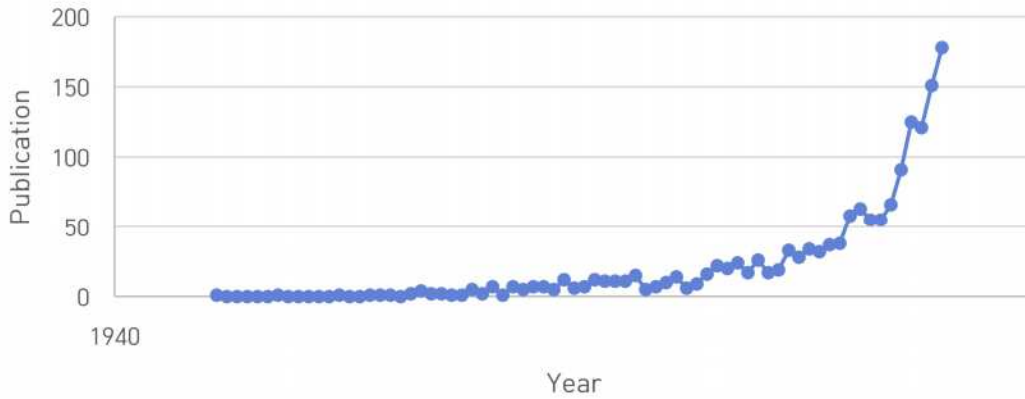


* 출처: ETRI 기술전략연구센터 자체작성

□ 해외 디지털 전환 연구의 지식구조

- (디지털화) ‘Digitization’ 관련 논문은 1,528건이 검색되었으며, 1950년대 초에 시작하면서 부침을 겪다가 1990년대 후반부터 꾸준히 증가하고 있음

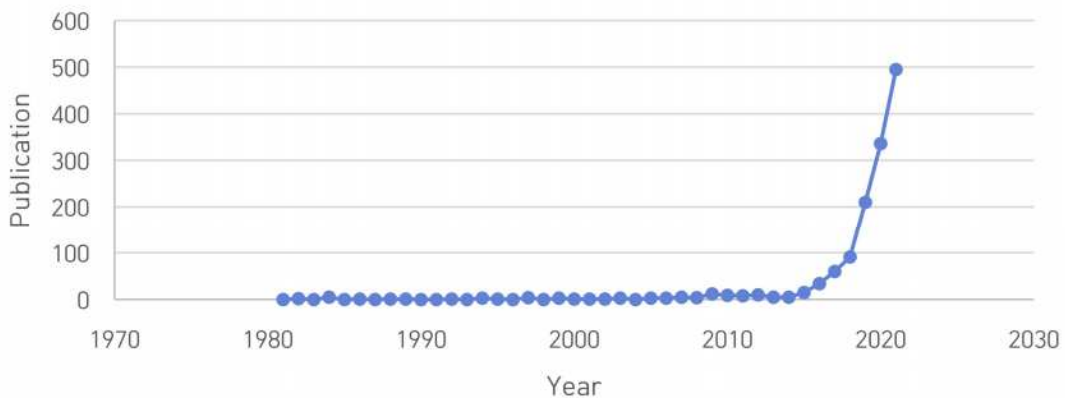
그림 4 연도별 출간 논문 수 (Digitization)



* 출처: ETRI 기술전략연구센터 자체작성

- (디지털화) ‘Digitalization’ 관련 논문은 1,335건이 검색되었으며, 1980년대 초반에 나타났으나 1년에 5건 미만의 논문만 출간되는 등의 부침을 겪고, 2000년대 초반에 증가하다가 다시 수그러진 후 2015년부터 기하급수적으로 증가함

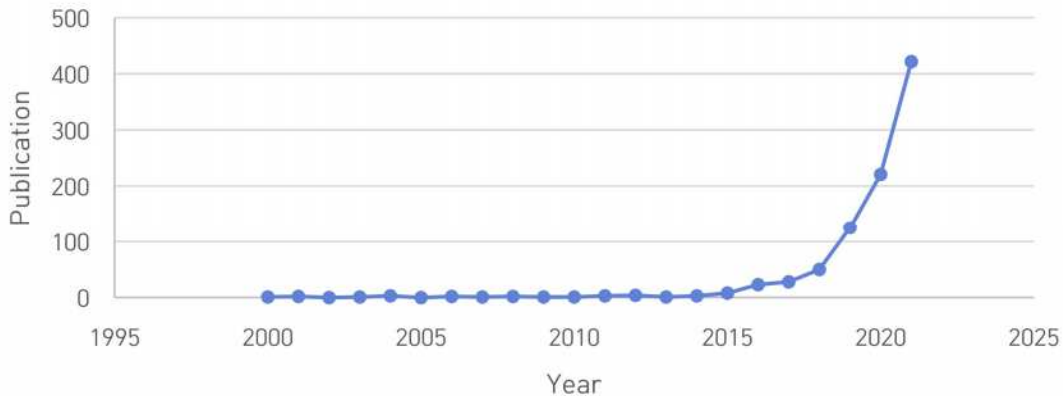
그림 5 연도별 출간 논문 수 (Digitalization)



* 출처: ETRI 기술전략연구센터 자체작성

- (디지털 전환) ‘Digital Transformation’ 관련 논문은 903건이 검색되었으며, 2000년대 초에 시작하면서 2016년 이후 기하급수적으로 증가함
 - ‘Digitalization’ 연구보다 약 20년 후에 시작되었지만, 증가하는 추세가 비슷한 양상임

그림 6 연도별 출간 논문 수 (Digital transformation)



* 출처: ETRI 기술전략연구센터 자체작성

□ 해외 디지털 전환 연구의 키워드 네트워크

- (디지털화) ‘Digitization’ 관련 논문에서 추출한 3,770개의 키워드 중에서 동시 출현 횟수가 6회 이상인 키워드 67개를 사용하여 네트워크 분석한 결과, 10개로 군집화를 하였으며, 연결된 키워드들을 통해 아래와 같은 현상을 확인할 수 있음
 - Academic library, Digital archive, Digital collection, Digital library, Digital preservation, Digital storage, Heritage, Large scale digitization, University library, Project management, Metadata: 디지털 보존 및 저장 목적으로 아카이브에 대규모 전산화하는 작업과 관련한 키워드들이 연결됨
 - Digitization, Deep learning, Image processing, Optical character recognition: 딥러닝 기술 발전에 힘입어 디지털화 분야에서 이미지 처리 및 광학 문자 인식 연구가 진행되고 있음
 - Access, Copyright, Intellectual property: 저작권, 지적 재산권 등 아카이브나 라이브러리에 접근할 수 있는 권리와 관련된 키워드들이 디지털화의 주요 이슈로 나타남
 - 3D digitization, 3D model, 3D scanning, Accuracy, Computer aided design, Automation: 3D 모델링, 스캐닝 등 컴퓨터 지원 설계 및 자동화, 정확성과 관련된 키워드가 디지털화의 주요 분야 중 하나임
 - Digitalization, Digital, Archive, Imaging, COVID 19: 디지털화가 아카이브나 이미징 등 디지털화와 관련된 키워드와 연결되는 동시에 디지털 전환과 관련된 키워드와도 연결되는 것으로 보아 디지털화에서 디지털 전환으로 넘어가는 중간 단계임

- (디지털화) ‘Digitalization’ 관련 논문에서 추출한 3,967개의 키워드 중에서 동시 출현 횟수가 6회 이상인 83개를 사용하여 네트워크 분석한 결과, 10개로 군집화를 하였으며, 연결된 키워드들을 통해 아래와 같은 현상을 확인할 수 있음
 - Digital innovation, Interoperability, Efficiency, Building information modeling, Logistics, Supply chain, E-commerce, E-government, E-health: 디지털 혁신이 건물 정보 모델링, 물류, 공급망, 이커머스, 전자정부, 이헬스 등의 응용 분야에서 상호운용성과 효율성을 추구하면서 이루어지고 있음
 - E-learning, Blended learning, Digitalization of education, Educational process: 교육과정에서도 디지털 전환이 진행되면서 교육의 디지털화, 이러닝, 혼합형 학습이 나타나고 있음
 - Management, Entrepreneurship, Risk management, Innovation, Education: 경영과 위기관리 측면에서 기업가 정신 및 교육이 중요하게 부각됨
 - Automation, Supply chain digitalization, Digital technology, Digital tool, Information technology, Internet of Things, Big data, Blockchain: 자동화 및 공급망 디지털화를 위해 사물인터넷, 빅데이터, 블록체인 등 정보기술 및 디지털 기술들이 활용되고 있음
 - Digital, Technology, Digitization: 디지털화는 디지털화와 디지털과 기술 키워드를 공유하면서 긴밀하게 연결되어 있음
 - Cultural Heritage, Digital technology, Digitalization: 문화유산을 디지털 기술을 활용하여 디지털에 옮기는 작업이 이루어지고 있음
 - Digital transformation, Sustainability, Business process, Enterprise, Innovative development: 디지털 전환의 가장 큰 화두는 지속가능성이며, 디지털 전환이 기업의 비즈니스 프로세스, 혁신적 발전에 영향을 미치고 있음
 - Supply chain management, Globalization, Sustainability: 세계화가 진행될수록 공급망 관리가 중요하며, 점차 공급망에서도 지속가능성이 고려되고 있음
 - Digitalization, Industry 4.0, Manufacturing, Smart manufacturing, Healthcare, Servitization: 디지털화는 4차 산업혁명의 필수적인 요소로, 제조, 헬스케어 분야 등에 영향을 미치고 있으며, 특히 스마트 제조와 서비타이제이션이 화두임
 - COVID 19, Pandemic, Sustainable development, Digital strategy: 코로나19 팬데믹으로 인해 지속가능한 발전을 위한 디지털 전략이 중요해지고 있음
 - Small and medium sized enterprise, Digital Entrepreneurship, Business model, Business model innovation, Dynamic capabilities: 중소기업은 비즈니스 모델의 혁신을 위해 디지털 기업가 정신, 역동적 능력이 요구되고 있음
 - Artificial intelligence, Digital platform, Smart city, Platform: 인공지능, 디지털 플랫폼, 스마트시티가 긴밀하게 연결되어 있음

4 디지털 전환의 정의

□ 디지털 전환의 진화 단계

- 디지털 전환은 일시적인 현상이 아니라 단계별로 진화·확장하는 개념임
 - 인터넷이 본격적으로 도입된 1990년대 말 ‘디지털 인프라 구축 단계’를 지나 인터넷 기반의 상거래 및 마케팅이 활발해진 2000년대 초 ‘디지털 비즈니스 추진 단계’를 거치고, 2010년대 초 정보통신기술이 고도화되면서 현재 산업 전반을 혁신하는 ‘디지털 트랜스포메이션 단계’에 이르렀음¹³⁾
 - 이는 앞서 살펴본 디지털화, 디지털화, 디지털 전환 연구 각각의 증가 시기와의 큰 차이가 없으며, 키워드 네트워크에 반영된 현상과도 내용상으로 유사함
- 따라서 디지털 기술과 이에 따른 사회 및 산업 변화는 디지털화에서 시작하여 디지털화를 거쳐 디지털 전환 순서로 진행되고 있음
 - 디지털화, 디지털화, 디지털 전환은 기본적으로 대상, 목표, 시기가 다르지만, 활용되는 기술 등으로 겹치는 부분도 있어서 이로 인해 개념적 차이와 유사성이 발생하여 지금까지 혼용되어 왔음
 - 디지털화에서 디지털화를 거쳐 디지털 전환에 이르는 과정을 디지털 전환으로의 각 진화 단계로 보아 저자 키워드들을 기술, 응용 분야, 방법론, 사회적 이슈로 구분하면, <표 4>로 정리할 수 있음

□ 디지털 전환은 “디지털 기술의 도입 및 활용으로 인한 사회 및 산업체제 전반의 지속적인 변화”를 의미함

- 디지털 전환은 디지털 기술의 개인·조직·사회적 적용을 넘어서 이로부터 촉발되는 모든 현상을 포괄하는 개념임
- 기술이 발전할수록 사회에 적용할 수 있는 방식 또한 다양해지므로 디지털 전환은 기술적 진화 관점만으로 설명될 수 없음
- 기술의 발전과 사회의 유기적인 작동방식으로 인해 변화는 앞으로도 지속해서 나타나게 되며, 이를 디지털 전환으로 지칭함

13) 김진영, 김형택, 이승준. (2017). 디지털 트랜스포메이션 어떻게 할 것인가. e비즈니스.

표 4 디지털화, 디지털화, 디지털 전환의 비교

구분	디지털 전환의 진화 단계		
	디지털화 (Digitization)	디지털화 (Digitalization)	디지털 전환 (Digital Transformation)
대상	데이터의 변환	정보 처리 과정의 변환	지식 활용의 전환
목표	아날로그 형식을 디지털 형식으로 변경	기존의 업무 프로세스 자동화	새로운 가치 창출
디지털 기술	전산화 메타 데이터 컴퓨터 지원 설계 3D 모델링	이미징 및 스캐닝	
	인공지능		
		사물인터넷 빅데이터 블록체인 모바일 RPA	
		클라우드 증강현실	
응용 분야	데이터베이스	디지털 문화유산 아카이브	
	전자정부 및 디지털 정부 이커머스 디지털 플랫폼 스마트 시티 스마트 제조 및 제조업의 서비스화 헬스케어 공급망		
		물류 이러닝 및 혼합형 학습	공공 행정 디지털 마케팅 중소기업 비즈니스 모델

방법론	이미지 처리 문자 인식	교육 (디지털) 기업가 정신	
		자동화	비즈니스 프로세스 관리 변화 관리 조직 변화 역동적 능력
사회적 이슈	정확성 저작권 및 지적 재산권	디지털 혁신 코로나19 팬데믹	
		상호운용성 효율성	4차 산업혁명 지속가능성 가치 창출 디지털 격차 디지털 리터러시
시기	1990년대 후반	2000년대 초반 ~ 2010년대 중반	2010년대 후반

* 출처: ETRI 기술전략연구센터 자체작성

Ⅲ 디지털 전환 R&D의 범위

□ 연구 문제

- 앞 장에서 디지털 전환을 정의하고 진화하는 디지털 전환의 특징을 살펴보았음
- 2022년 현재 정부는 연구개발(R&D) 예산으로 29.8조 원 규모를 투자 중임
 - 민간 R&D까지 포함할 경우, 2021년 국가(정부+민간) 전체의 R&D 규모가 이미 100조 원을 넘어선 것으로 조사됨
- 본 장에서는 “국가 또는 민간이 추진하는 연구개발(R&D) 활동 중 어떠한 것이 디지털 전환 연구개발(R&D)로 구분될 것인가?”라는 고객 및 현장 요구에 맞춰, 디지털 전환 R&D의 기준 및 범위를 확정하고자 함
 - 디지털 전환 연구개발(R&D)은 무엇인가?
 - 전체 연구개발 활동에 대해 어떠한 분류 기준으로 디지털 전환 R&D를 확정할 것인가?

□ R&D 대상 및 목적

- 연구개발(R&D)은 과학기술에 대한 새로운 지식이나 원리를 탐색하고 해명, 그 성과를 실용화하기 위해 진행하는 탐구적 제반 활동임
 - 연구개발(R&D)의 대상은 과학기술이기 때문에, 디지털 전환 R&D의 핵심기술이 무엇인지 파악하는 것이 중요함
 - 또한, 연구개발(R&D)의 목적은 “신기술의 창출, 기술의 경쟁력 확보 및 기술을 이용한 성과확산*이라는 점”을 고려할 때, 디지털 전환 R&D 기술의 본질에 집중하는 것이 중요함
- ※ 성과확산: 제품·서비스 경쟁력 확보
- 따라서 디지털 전환 R&D의 분류 및 범위를 판단할 때, 디지털 전환 핵심기술의 본질을 파악하는 관점으로 접근하는 것이 타당함

□ 연구 방법

- 크게 ①주요 기관·연구, ②국내 정책, ③해외 정책이 각각 디지털 전환 핵심기술을 무엇으로 정의했는지 조사·분석함
 - 우선 주요 기관 및 연구들이 디지털 전환 핵심기술들을 어떻게 정의하였는지 살펴보고, 이어 국내와 해외 주요 정책들에서 언급된 디지털 전환 핵심기술들을 확인함
 - 이를 바탕으로 디지털 전환 R&D의 분류 기준 정립 및 범위를 확정하고자 함

1 주요 기관 및 연구들이 바라보는 디지털 전환 핵심기술

① IDC, IDC Predictions 2015

- 2015년 ICT 산업을 전망하는 보고서¹⁴⁾에서 IDC는 ‘제3의 플랫폼으로 혁신과 성장 가속화(Accelerating Innovation and Growth on the 3rd Platform)’를 주창함
 - 컴퓨팅 기기 자체를 가리키는 메인프레임(Mainframe)과 터미널 등이 제1의 플랫폼이라면, 인터넷 서비스로 서버와 클라이언트(Client)가 연결되는 것이 제2의 플랫폼임
 - 제3의 플랫폼(the 3rd Platform)은 ①Mobile, ②Cloud, ③Big Data/Analytics, ④Social Business 등으로 구성된 차세대 ICT 환경임
- 제3의 플랫폼 위에서 혁신을 가속화시킬 핵심기술을 ‘혁신 촉진제(innovation accelerators)’로 명명하며, 크게 6가지를 제시함
 - ① Robotics
 - ② IoT
 - ③ 3D Printing
 - ④ Next Gen Security
 - ⑤ Natural Interfaces
 - ⑥ Cognitive Systems

그림 10 Accelerating Innovation and Growth on the 3rd Platform



* 출처: IDC (2014), i-SCOOP (n.d.)

14) IDC (2015. 1.). IDC Predictions 2015 – Accelerating Innovation — and Growth — on the 3rd Platform.



② PWC, Digital transformation driving technologies

- PWC는 디지털 전환을 촉진하는 기술 및 그 효과를 다음과 같이 제시함¹⁵⁾
 - ① IoT (including 5G): 데이터 처리 및 분석을 위한 연결성(connectivity) 제공
 - ② RPA(Robotic Process Automation): 디지털 제조환경을 구축
 - ③ Cloud Technology: 업무 유연성, 생산성, 효율성을 증대
 - ④ AI(Artificial Intelligence): 시스템이 특정 목표를 최대화할 수 있도록 함
 - ⑤ Blockchain: 분산화를 통한 보안성 향상, 투명성 제고, 비용 및 거래시간 감소

③ Ecosystem, What technologies are enabling digital transformation?

- 시장조사기관이자 컨설팅업체인 Ecosystem은 자사 고객을 위한 홈페이지에 ‘디지털 전환을 촉진하는 기술(Technologies Driving DX)’에 대한 기고문을 게시함¹⁶⁾
 - ① Internet
 - ② Cloud
 - ③ IoT
 - ④ AI(Artificial Intelligence)
 - ⑤ Big Data
 - ⑥ Enterprise Applications/ERP: Business Solution
 - ⑦ Cybersecurity

④ TechRepublic, Top technologies that enabled digital transformation

- IT 언론매체인 TechRepublic은 최근 10년간(2010년대) 디지털 전환을 촉진하는 기술들을 발표함¹⁷⁾
- The top technologies that enabled digital transformation this decade
 - ① Cloud computing
 - ② Automation and AI(Artificial Intelligence)
 - ③ Smartphones and mobile apps
 - ④ 4G and 5G (Mobile)

15) Morgan, A. (2018, June 14). How blockchain supercharges digital transformation.

<https://medium.com/@BijouConcierge/how-blockchain-supercharges-digital-transformation-c0b2f4d5656c>

16) Baty, C. (2019, August 13). What technologies are enabling digital transformation?

<https://blog.ecosystem360.com/technologies-enabling-digital-transformation/>

17) Greig, J. (2019, November 25). The top technologies that enabled digital transformation this decade.

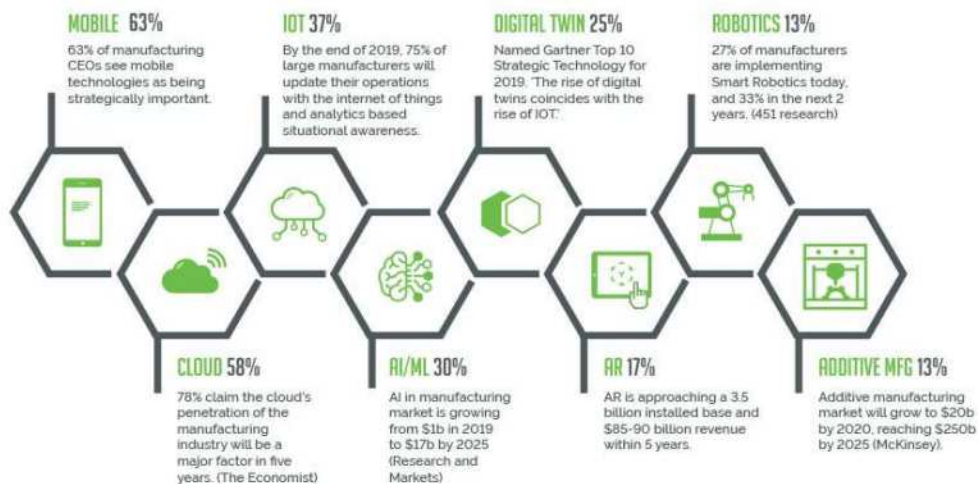
<https://www.techrepublic.com/article/the-top-technologies-that-enabled-digital-transformation-this-decade/>

- ⑤ IoT(Internet of Things)
- ⑥ Data analytics: Big Data
- ⑦ Social media
- ⑧ Blockchain

⑤ PTC, 8 Commonly-Used Digital Transformation Technologies

- IT 솔루션업체인 PTC는 디지털 전환 비즈니스를 진행하고 있으며, 2019년 12월 자사 홈페이지에 ‘널리 활용되는 8대 디지털 전환 핵심기술’을 발표함¹⁸⁾
- 8 Commonly-Used Digital Transformation Technologies
 - ① Mobile
 - ② Cloud
 - ③ IoT(Internet of Things)
 - ④ Artificial Intelligence and Machine Learning
 - ⑤ Digital Twin
 - ⑥ Augmented Reality
 - ⑦ Robotics
 - ⑧ Additive Manufacturing

그림 11 PTC: Digital Transformation Technologies



* 출처: White, N. (2019, December 18)

18) White, N. (2019, December 18). 8 Commonly-Used Digital Transformation Technologies. <https://www.ptc.com/en/blogs/corporate/digital-transformation-technologies>

⑥ Lvivity, Top 7 DT Technologies for 2022

- IT 솔루션업체인 Lvivity는 디지털 전환 비즈니스를 진행하고 있으며, 2021년 1월 자사 홈페이지에 ‘2022년 7대 디지털 전환 핵심기술’을 발표함¹⁹⁾
- Top 7 Digital Transformation Technologies
 - ① Big Data and Real-Time Analytics
 - ② Cloud Technology
 - ③ Artificial Intelligence and Machine Learning
 - ④ Augmented Reality
 - ⑤ Internet of Things
 - ⑥ API based Integration
 - ⑦ Robotics Process Automation (RPA)

⑦ MindsterDX, Top 10 DT Technologies for 2022

- 디지털 전환 비즈니스를 진행하는 IT 솔루션업체인 MindsterDX는 2021년 2월 자사 홈페이지에 디지털 전환의 정의 및 중요성을 비롯하여 ‘디지털 전환 2022년 10대 핵심기술’ 등을 발표함²⁰⁾
- Top 10 Digital Transformation Technologies for 2022
 - ① Big Data And Real-Time Analytics
 - ② Internet Of Things And 5G
 - ③ Mobile
 - ④ Augmented Reality
 - ⑤ Cloud Technology
 - ⑥ Artificial Intelligence And Machine Learning
 - ⑦ Digital Twin
 - ⑧ API Based Integration
 - ⑨ Robotic Process Automation(RPA)
 - ⑩ Additive Manufacturing

19) Fedorychak, V. (2021, January 14). <https://lvivity.com/digital-transformation-technologies>

20) BPK, P. (2021, February 1). Top 10 Digital Transformation Technologies For 2022. <https://mindsterdx.com/blog/digital-transformation-technologies/>

⑧ Magenest, What is Digital Transformation?

- IT 솔루션업체인 Magenest는 디지털 전환 비즈니스를 진행하고 있으며, 2021년 11월 자사 홈페이지에 디지털 전환의 정의, 유형, 핵심기술 등을 발표함²¹⁾
- Top Frequently Used Digital Transformation Technologies
 - ① Mobile
 - ② Cloud
 - ③ IoT
 - ④ Robotics
 - ⑤ AI and Machine Learning
 - ⑥ Augmented Reality

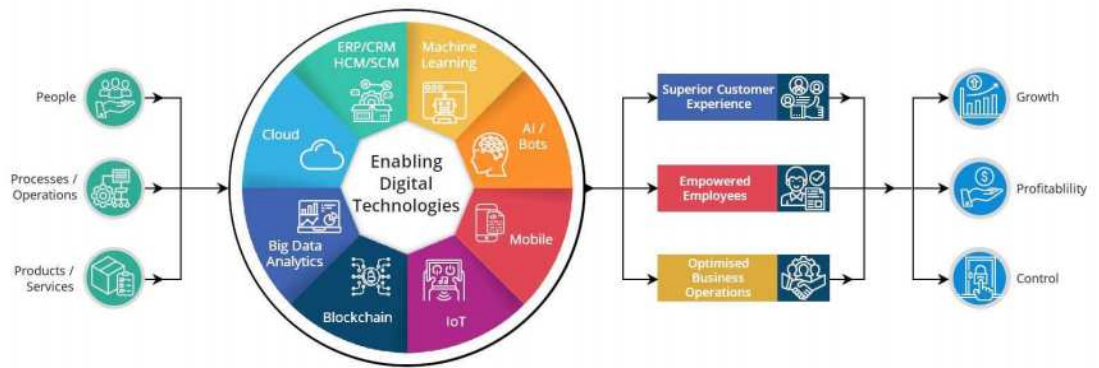
⑨ Azure Digital, Why Going Digital Matters

- IT 솔루션업체인 Azure Digital은 디지털 전환 비즈니스를 핵심사업 영역으로 설정하고, 자사 홈페이지에 디지털 전환의 정의 및 중요성을 비롯해 핵심기술을 설명함²²⁾
- Digital Enabling Technologies
 - ① Cloud
 - ② Big Data Analytics
 - ③ Blockchain
 - ④ IoT
 - ⑤ Mobile
 - ⑥ AI/Bots
 - ⑦ Machine Learning
 - ⑧ ERP/CRM/HCM/SCM

21) Magenest (2021, November 22). WHAT IS DIGITAL TRANSFORMATION? SUCCESSFUL EXAMPLE AND TOP TECHNOLOGIES 2022. <https://magenest.com/en/what-is-digital-transformation/>

22) Azure Digital (n.d.). Why Going Digital Matters. <https://azuredigitalcs.com/>

그림 12 Azure Digital: Digital Enabling Technologies



* 출처: Azure Digital (n.d.)

⑩ Nexus Integra, the 7 enablers of industrial digital transformation

- IT 솔루션업체인 Nexus Integra는 디지털 전환 비즈니스를 진행하고 있으며, 자사 홈페이지에 제4차 산업혁명으로 진화 및 그 과정에서 부각·활용되는 7대 디지털 핵심기술을 언급함²³⁾
- The 7 enablers of industrial digital transformation
 - ① Sensors and embedded systems: IoT
 - ② Advanced robotics: Robotics
 - ③ Cybersecurity
 - ④ Connectivity and mobility: Mobile
 - ⑤ Cloud Computing: Cloud
 - ⑥ Business solutions (software for CRM, ERP, etc.)
 - ⑦ Intelligence and control solutions (Big Data and Analytics): Big Data + AI

⑪ NeoSOFT 등, Digital Transformation Enablers

- NeoSOFT, Dhruv Technology Solutions, ANTHIVE 등 IT 솔루션업체들은 공통적으로 디지털 전환 촉진 기술로 8가지를 제시함²⁴⁾

23) Nexus Integra (n.d.). The 7 enablers of industrial digital transformation. <https://nexusintegra.io/enablers-digital-transformation-industry/>

24) NeoSOFT (n.d.). ENTERPRISE DIGITAL TRANSFORMATION. <https://neosofttech.com/enterprise-digital-transformation>

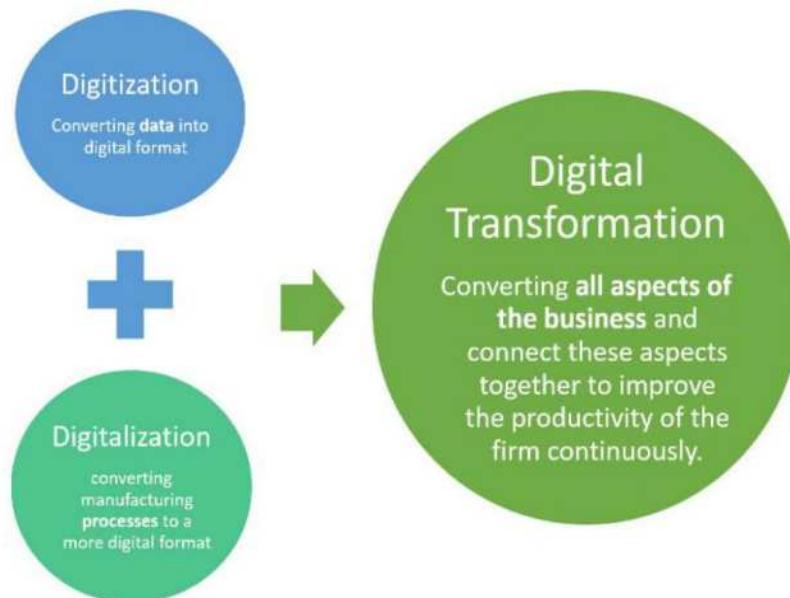
○ Digital Transformation Enablers

- ① Mobility
- ② Cloud computing
- ③ Analytics
- ④ Big Data and BI
- ⑤ CRM
- ⑥ Social
- ⑦ IoT
- ⑧ Automation

⑫ International Journal of Innovation Management

- 논문명: Digital Transformation of Business Models – Best Practice, Enablers, and Roadmap²⁵⁾
- Digital Transformation 개념의 발전

그림 13 Digital Transformation Enablers



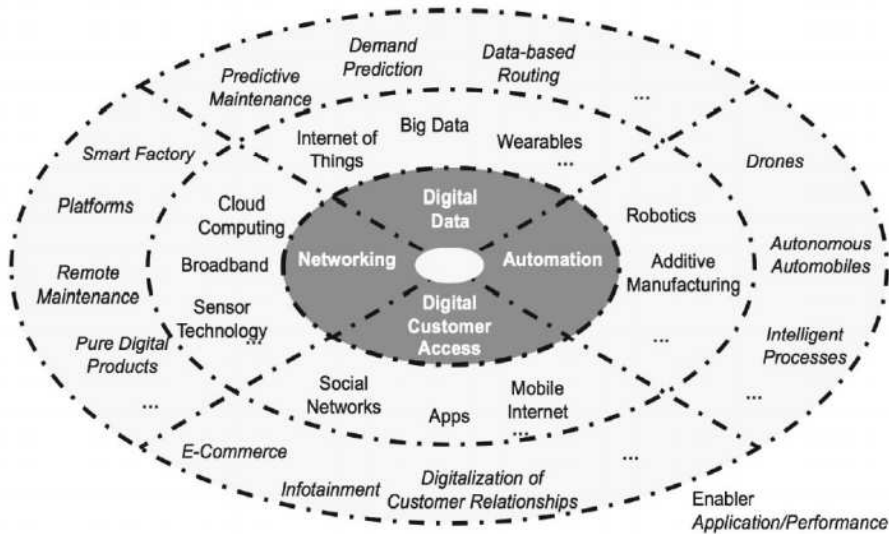
* 출처: Schallmo, D., Williams, C. A. and Boardman, L. (2017)

25) Schallmo, D., Williams, C. A. and Boardman, L. (2017). Digital Transformation of Business Models – Best Practice, Enablers, and Roadmap. *International Journal of Innovation Management*, 21(8), 1740014.

○ Digital Transformation 핵심기술

- Digital Data: ① Internet of Things, ② Big Data, ③ Wearable 등
- Automation: ① Robotics, ② Additive Manufacturing 등
- Digital Customer Access: ① Social Networks, ② Apps, ③ Mobile Internet 등
- Networking: ① Cloud computing, ② Broadband, ③ Sensor 등

그림 14 Digital radar with enablers and applications



* 출처: Schallmo, D., Williams, C. A. and Boardman, L. (2017)

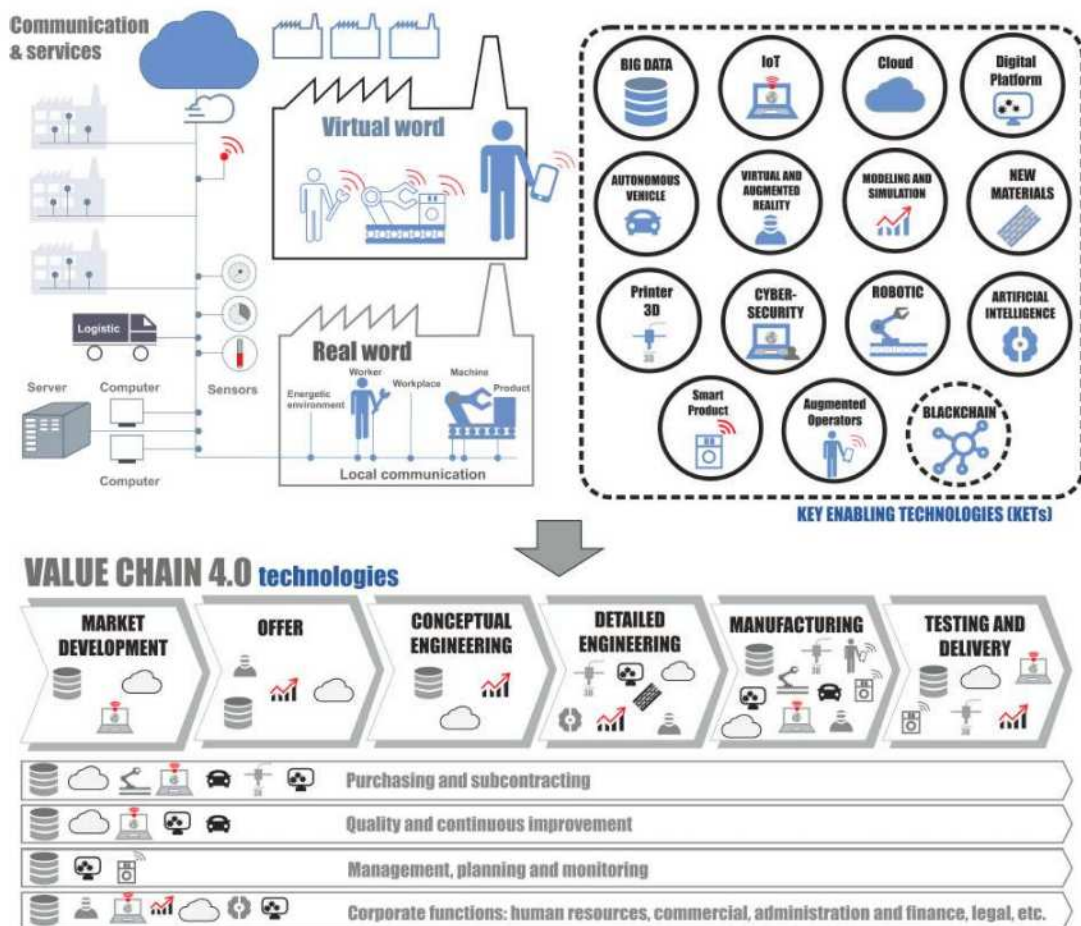
⑬ Sustainability

- 논문명: Eco-Holonic 4.0 Circular Business Model to Conceptualize Sustainable Value Chain Toward Digital Transition²⁶⁾
- Digital enablers and enabling technologies for digital transformation
 - ① Big Data or massive data acquisition and analysis
 - ② IoT providing connectivity and intelligence
 - ③ Cloud or unique storage space for all the files of the program
 - ④ Virtual and augmented reality: AR/VR
 - ⑤ AI (Artificial Intelligence)

26) Avila-Gutierrez, M. J., Martin-Gomez, A., Aguayo-Gonzalez, F., & Lama-Ruiz, J. R. (2020). Eco-Holonic 4.0 Circular Business Model to Conceptualize Sustainable Value Chain towards Digital Transition. *Sustainability*, 12(5), 1889.

- ⑥ Robotics or automation of manufacturing
- ⑦ Blockchain
- ⑧ Cyber-security or protection against hacking attacks
- ⑨ 3D Printing
- ⑩ Modeling and Simulation of processes and systems
- ⑪ Digital Platform
- ⑫ Augmented Operators
- ⑬ Smart products or products that benefit from novel IT-based approaches
- ⑭ Autonomous Vehicles
- ⑮ New Materials

그림 15 Digital enablers and enabling technologies for digital transformation of value chain

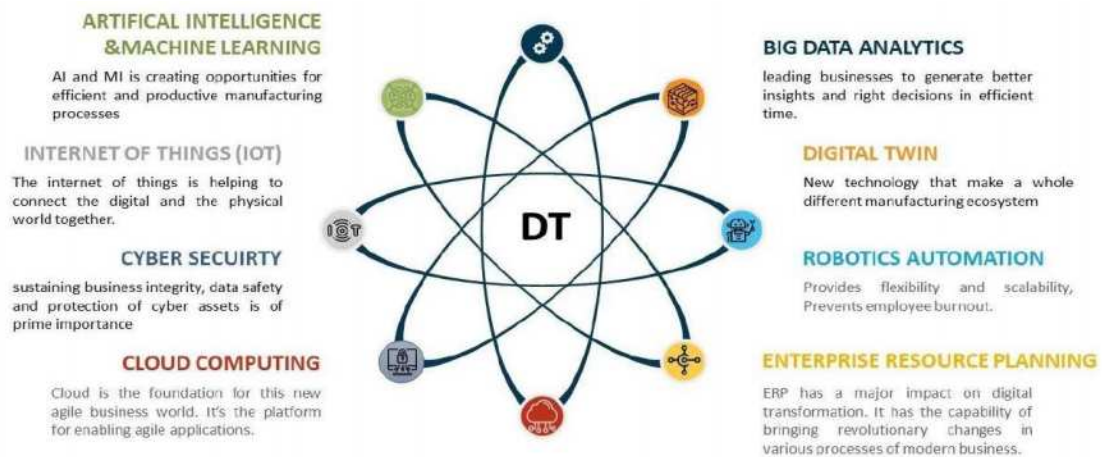


* 출처: Avila-Gutierrez, M. J., Martin-Gomez, A., Aguayo-Gonzalez, F., & Lama-Ruiz, J. R. (2020)

⑭ Journal of Product Management & Development

- 논문명: Understanding digital transformation in the manufacturing industry: a systematic literature review and future trends²⁷⁾
- Digital Transformation 핵심기술
 - ① AI(Artificial Intelligence)
 - ② IoT(Internet of Things)
 - ③ Cybersecurity
 - ④ Cloud computing
 - ⑤ Big data analytics
 - ⑥ Digital twin
 - ⑦ Robotics automation
 - ⑧ ERP(Enterprise Resource Planning)

그림 16 Enabling Technologies of Digital Transformation



* 출처: Abdallah, Y. O., Shehab, E., & Al-Ashaab, A. (2021)

27) Abdallah, Y. O., Shehab, E., & Al-Ashaab, A. (2021). Understanding digital transformation in the manufacturing industry: A systematic literature review and future trends. *Product Management & Development*, 19(1), e20200021.

□ 14개의 주요 기관 및 연구들에서는 디지털 전환 핵심기술로 ICBM(IoT, Cloud, Big Data, Mobile), 인공지능(AI), RPA(Robotics Process Automation), 사이버 보안, 블록체인, AR 등을 제시함

- 디지털 전환 핵심기술을 “디지털 혁신을 구현하는데 필요한 핵심 요소기술 (Digital Transformation Enabling Technology)”로 정의함
- 위에서 제시한 디지털 전환 핵심기술 이외에도 3D프린팅(적층 생산: additive manufacturing), 디지털 플랫폼, 소셜 미디어(social media) 등이 언급

표 5 주요 기관·연구들이 바라보는 디지털 전환 핵심기술

기관/기술	IoT	Cloud	Big Data	Mobile	AI	RPA	보안/ 블록체인	AR
① IDC								
② PWC								
③ Ecosystem								
④ TechRepublic								
⑤ PTC								
⑥ Livity								
⑦ MindsterDX								
⑧ Manenest								
⑨ Azure Digital								
⑩ Nexus Integra								
⑪ NeoSOFT								
⑫ J. Inno&Mgt								
⑬ Sustainability								
⑭ J. PM&D								
채택률	100%	100%	71%	79%	79%	86%	57%	50%

* 출처 : ETRI 기술전략연구센터 자체작성

2 국내 디지털 전환 관련 정책의 디지털 전환 핵심기술

1 지능정보사회 관련 계획·전략

- 지능정보기술은 범용기술(GPT: General Purpose Technology)로써 4차 산업혁명을 견인함²⁸⁾
 - 지능정보기술은 인공지능 기술과 데이터 활용 기술*이 융합하여 기계에 고차원적인 정보처리 능력(인지, 학습, 추론)을 구현하는 기술임
 - ※ 데이터 활용 기술: 각종 데이터를 수집하고 실시간으로 전달하며(IoT·모바일), 수집된 데이터를 효율적으로 저장하고 그 의미를 분석(클라우드·빅데이터 분석)하는 기술

그림 17 지능정보기술 개요 및 역할

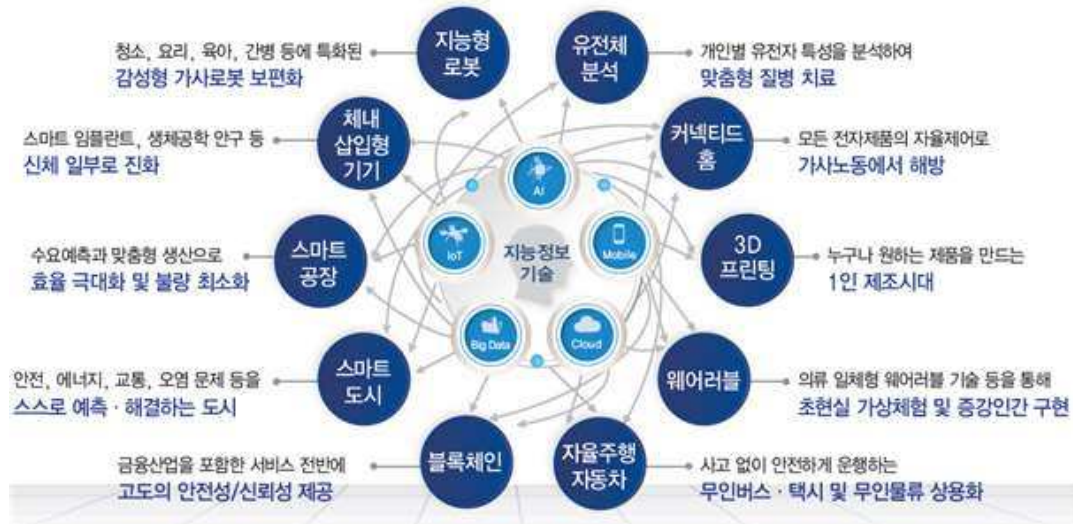


* 출처: 정보통신산업진흥원(NIPA) (2017.3.)

- 지능정보기술은 기존 주요 산업 분야에서 적용(활용 및 융합)되어, 혁신적 비즈니스 모델 제공을 통해 업체 간 경쟁 구도를 바꿀 수 있는 새로운 제품 및 서비스를 창출함
- 핵심적인 5가지 지능정보기술(인공지능, 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 모바일, 사물인터넷)의 상호작용을 통해 디지털 전환이 완성되는 중임

28) 관계부처 합동 (2018.12.). 지능정보사회 구현을 위한 제6차 국가정보화 기본계획.

그림 18 지능정보기술 활용 및 융합



* 출처: 관계부처 합동 (2017)

그림 19 지능정보기술 구성요소

지능정보기술의 구성요소	각 구성요소의 정의 및 지능정보기술에서의 역할
<p>인공지능</p>	<p>인공지능</p> <ul style="list-style-type: none"> 인간의 지능을 구성하는 감각, 인지, 감성 능력을 컴퓨터 기술을 이용하여 활용하는 기술 빠르고 정확한 연산 능력을 통해 최소한의 인간의 Input 또는 인간의 Input 전혀 없이 의사결정 실행이 가능함
<p>클라우드 컴퓨팅</p>	<p>IoT</p> <ul style="list-style-type: none"> 기기에 부착된 센서를 통해 정보를 수집하고, 무선 네트워크를 통해 타 기기 및 컴퓨터와 연결하는 전체 플랫폼 센서 및 네트워크를 통해 객체간 정보의 Input 및 Output의 최종 디바이스로 활용됨
<p>빅데이터</p>	<p>클라우드 컴퓨팅</p> <ul style="list-style-type: none"> 서버, 저장 공간, SW 등 ICT 자원을 필요 시 인터넷을 통해 서비스 형태로 이용할 수 있도록 구동하는 기술 분산 저장 및 분산 연산을 통해 대용량의 정보 처리가 신속하게 가능함
<p>모바일</p>	<p>빅데이터</p> <ul style="list-style-type: none"> 이전에는 활용이 불가능한 규모의 데이터 모음 및 이를 수집, 저장, 관리, 분석하는 기술 대량의 정보가 실시간으로 생성되는 지능정보기술에서 분석이 가능해지므로 정보의 효용이 증가함
<p>IoT (Internet of Things)</p>	<p>모바일</p> <ul style="list-style-type: none"> 작업을 수행하거나 처리할 수 있는 이동형 하드웨어 및 정보의 교환을 위한 무선 네트워크 기술 정보 교류의 통로가 형성됨
<p>다섯 가지 구성요소의 상호작용을 통해 지능정보기술의 기반이 완성되어 가고 있음</p>	

* 출처: McKinsey&Company, 미래창조과학부 (2016)

② 4차 산업혁명(the 4th Industrial revolution) 핵심지표

- 과학기술정보통신부는 4차 산업혁명의 기반인 데이터·네트워크·인공지능(D.N.A.) 성장과 혁신의 성과를 보여주는 ‘4차 산업혁명 지표’를 매년 측정·발표함²⁹⁾
- 혁신성장을 위한 사람 중심의 「4차 산업혁명 대응계획*」에 따라 2019년부터 국민이 체감할 수 있는 성과지표를 발굴·선정하여 발표하고 있으며 이번이 3번째임
 - (지표 선정) 전문가 자문회의(2021.07), 부처·관련 기관 등 의견수렴(2021.07~09)을 거쳐 기존 지표 중 최신 기술·시장 동향을 고려하여 지표를 선정하고, 유망 신산업 분야 신규 발굴·선정함
 - ※ 4차산업혁명위원회가 개최한 제2차 회의(2017.11.30.)에서 21개 부처가 합동으로 작업하여 발표함
- 지표는 크게 ①디지털 전환을 위한 기반(인프라) 구축, ②디지털 전환기 유망산업의 성장, ③디지털 전환에 따른 혁신 성과로 분류하며, 기반(인프라) 구축 및 유망산업 성장 내 디지털 전환 핵심기술 관련 지표가 포함됨
 - ① 디지털 전환을 위한 기반(인프라) 구축: 데이터(Big Data Analytics), 네트워크(IoT, 5G), 인공지능(AI) 분야로 구성됨
 - ② 디지털 전환기 유망산업의 성장: 클라우드, AR/VR(메타버스)로 구성됨
 - ③ 디지털 전환에 따른 혁신 성과로 분류: 의료, 제조, 이동체, 금융 등 주요 산업 분야에서 발생하는 디지털 전환의 확산 정도를 측정됨

표 6 2021년 4차 산업혁명 추진 관련 지표 (43개, 기준일은 지표별 별도 표시)

구분	지표	조사값				소관 기관
		2019	2020	2021	증감률	
1. 디지털 전환을 위한 인프라 구축 (11개 지표)						
데 이 터	데이터 산업 시장 규모	15조 5,684억원 (2018)	16조 8,582억원 (2019)	19조 2,736억원 (2020 ^{ae)})	14.3%	과기정통부
	데이터 직무 인력	82,623명 (2018)	89,058명 (2019)	101,967명 (2020)	14.5%	과기정통부
	공공데이터 개방 건수	28,932건 ('19.3)	33,996건 ('20.3)	55,561건 ('21.3)	63.4%	행정안전부
네 트 워 크	IoT 기기 서비스 가입 수	2,144만개 ('19.6)	2,607만개 ('20.6)	3,098만개 ('21.6)	18.8%	과기정통부
	5G 지원 스마트폰 가입자 수	191만명 ('19.7)	786만명 ('20.7)	1,708만명 ('21.7)	117.3%	과기정통부
	5G 데이터 사용량	44,951TB ('19.7)	201,227TB ('20.7)	432,265TB ('21.7)	114.8%	과기정통부
	OTT서비스 이용률	42.7% (2018)	52.0% (2019)	66.3% (2020)	14.3%p	KISDI

29) 과학기술정보통신부 (2021.10.). 4차 산업혁명으로 촉발된 디지털 전환은 어떻게 진행되고 있나?

인공 지능	AI 학습용 데이터 활용 횟수(누적)	16,919회 (2019)	38,208회 (‘20.8)	96,826회 (‘21.8)	153.4%	과기정통부
	인공지능 매출액	5,293억원 (2018)	5,928억원 (2019)	6,895억원 (2020 ^{ea})	16.3%	과기정통부
	인공지능 분야 인력	10,577명 (2018)	11,147명 (2019)	14,736명 (2020 ^{ea})	32.2%	과기정통부
	인공지능 분야 기업	-	-	933개 (2020)	-	과기정통부
2. 디지털 전환을 주도할 유망산업의 성장 (6개 지표)						
클라우드	클라우드 서비스 이용률(개인)	30.2% (2018)	30.8% (2019)	35.3% (2020)	4.5%p	과기정통부
	클라우드 서비스 이용률(기업)	17.2% (2017)	22.7% (2018)	23.5% (‘19.12)	0.8%p	과기정통부
	클라우드 산업 매출액	2조 4천억원 (2017)	2조 9천억원 (2018)	3조 3천억원 (2019)	13.8%	과기정통부
가상증강현실 (메타버스)	VR/AR 산업 매출액	6,295억원 (2018)	7,518억원 (2019)	8,032억원 (2020 ^{ea})	6.84%	과기정통부
	VR/AR 산업 인력	4,596명 (2017)	5,373명 (2018)	5,940명 (2019)	10.6%	과기정통부
	가상증강현실 기술 개발·활용 기업 수	105개 (2017)	149개 (2018)	179개 (2019)	20.1%	통계청
3. 디지털혁신 성과확산 (26개 지표)						
총론	4차 산업혁명 기술 개발 및 활용 기업 수	1,014개 (2017)	1,500개 (2018)	1,711개 (2019)	14.1%	통계청
	4차 산업혁명 관련 융복합 분야 특허출원 건수	601건 (2018)	1,027건 (2019)	1,263건 (2020)	23.0%	특허청
	벤처기업 중 비대면분야 비율	-	20.5% (‘20.12월 기준)	20.6% (‘21.6월 기준)	0.1%p	중기부
의료	의료기관 간 진료정보 전자교류 참여병원 수	2,316개소 (2019.3)	4,339개소 (2020.3)	6,497개소 (2021.3)	49.7%	보건복지부
	디지털 헬스케어 특허 출원 건수	3,609건 (2018)	3,968건 (2019)	5,300건 (2020)	33.6%	특허청
제조	스마트 공장 수(누계)	7,903개 (‘18.12월)	12,660개 (‘19.12월)	19,799개 (‘20.12월)	56.4%	중기부
	3D프린팅 기술 개발 활용 제조기업 수	89 (2017)	133 (2018)	147 (2019)	10.5%	통계청
이동체	자율주행자동차용 정밀도로지도 구축	1,741km (2019.3)	6,700km (2020.3)	18,370km (~‘21.12)	174.2%	국토부
	드론 조종자격 취득자 수	19,613명 (‘19.3월)	32,667명 (‘20.3월)	50,398명 (‘21.3월)	54.3%	국토부
	드론 기체 신고대수	9,342대 (‘19.6월)	13,234대 (‘20.6월)	26,035대 (‘21.6월)	96.7%	국토부
	자율주행자동차 대수	62대 (‘19.3월)	93대 (‘20.3월)	136대 (‘21.3월)	46.2%	국토부

금융	인터넷전문은행 계좌 수/가입자 수	계좌수 : 1,600만개 고객수 : 989만명 (2019.3)	계좌수 : 2,400만개 고객수 : 1,327만명 (2020.3)	계좌수 : 3,103만개 고객수 : 1,807만명 (2021.3)	계좌수: 29.3% 고객수: 36.2%	금융위원회
	핀테크 업체 수	302 (‘18.12월)	345 (‘19.12월)	484 (‘20.12월)	40.3%	금융위원회
	간편결제간편송금 서비스 이용실적 (일평균)	3,274억원 (2018)	5,517억원 (2019)	8,057억원 (2020)	46.0%	한국은행
시티/교통	스마트시티 확산(스마트시티 통합플랫폼 사업 참여 지자체, 누적)	49개 (2019)	108개 (2020)	108개 (2021)	-	국토부
	지하공간 3차원 통합지도 구축	25개 市(사) (‘15년~‘19년)	52개 市(사) (~‘20년 말)	85개 市(사) (~‘21.12)	63.5%	국토부
	주요 국도 디지털도로망(ITS) 구축(누적)	775km	4,188km	6,358km (~‘21.12)	51.8%	국토부
교육	온라인교육 이용률	-	(전체) 24.6% (학생) 61.8% (2019)	(전체) 35.6% (학생) 98.9% (2020)	(전체) 11.0%p (학생) 37.1%p	과기정통부
	국공립 교원양성대학 미래교육센터 설치(개소)	-	10개 (2020)	18개 (2021)	80.0%	교육부
정부	전자정부 서비스 이용률	87.5% (2018)	87.6% (2019)	88.9% (2020)	1.3%p	행안부
	디지털 경쟁력 지수(IMD)	14위 (2018)	10위 (2019)	8위 (2020)	2위 ↑	NIA
	디지털정부 종합지수(OECD)	-	-	1위 (2020)	-	행안부
	OECD 공공데이터 평가지수	1위 (2017)	-	1위 (2019)	-	NIA
	정부 인공지능 준비지수 (Oxford Insight)	-	26위 (2019)	7위 (2020)	19위 ↑	NIA
디지털전근	취약계층 디지털 정보화 수준	68.9 (2018)	69.9% (2019)	72.7% (2020)	2.8%p	과기정통부
	웹 접근성(전체 업종 평균)	-	53.7점 (2019)	60.7점 (2020)	7점	과기정통부

* 출처: 과학기술정보통신부 (2021.10.)

③ 4차 산업혁명 관련 新특허분류체계

- 특허청은 4차 산업혁명과 관련된 종전의 7대 기술 분야*를 16대 기술 분야로 확대·개선하여 선진 특허 분류 체계에 부가하여 수립함³⁰⁾

* 인공지능(AI), 빅데이터, 클라우드, 사물인터넷(IoT), 지능형로봇, 자율주행차, 3D프린팅

30) 특허청 (n.d.). 4차 산업혁명 관련 新특허분류 체계.

<https://www.kipo.go.kr/ko/kpoContentView.do?menuCd=SCD0200271>

- 16대 분야는 4차산업 ICT 기반기술 분야, 융합서비스 분야, 산업기본기술 분야로 세분됨
 - (4차산업 ICT 기반기술) 인공지능(AI), 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 차세대 통신(Mobile), 사물인터넷(IoT)
 - (융합서비스) 지능형 로봇, 자율주행차, 드론, 가상증강현실, 스마트시티, 맞춤형 헬스케어
 - (산업기본기술) 지능형 반도체, 첨단소재, 신재생 에너지, 3D 프린팅

4] 디지털 혁신 R&D 투자전략

- 과학기술정보통신부 과학기술혁신부는 9대 혁신 디지털 기술과 6대 유망산업간 연계를 통해 新산업을 창출하기 위한 투자전략 방안을 도출함
 - (혁신 디지털 기술) 인공지능, 통신, 양자, 사이버보안, 메타버스, 디지털트윈, 사물인터넷, 블록체인, 클라우드
 - (유망산업) 헬스케어, 농업, 자동차, 제조업, 금융, 에너지

그림 20 혁신디지털 기술 확산에 따른 新산업 창출



* 출처: 과학기술정보통신부 과학기술혁신본부 (2021.12.)

□ 국내 디지털 전환(지능정보사회 및 4차 산업혁명 등) 관련 정책에서는 “ICBM + AI”를 디지털 전환 핵심기술로 강조함

- 디지털 전환 핵심기술 외에 관련 성과가 적용·확산 되는 주요 응용 분야(융합 서비스, 유망산업)로는 지능형 로봇, 자율주행차, 드론, AR/VR, 스마트시티 등이 제시됨

3 해외 디지털 전환 관련 정책의 디지털 전환 핵심기술

□ 글로벌 주요국들은 디지털 전환을 통한 서비스 확산, 성장동력 육성, 사회현안 해결을 강력하게 추진 중임

○ G2(美·中)의 ICT 아젠다 초점은 ‘디지털 전환’에 맞추어져 있음

– 미국이 경제시스템 자체를 디지털로 전환하는 데에 방점을 찍고 있다면, 중국은 경제·사회 인프라의 디지털화를 강조하고 있음

표 7 G2(미국과 중국)의 Next ICT 아젠다

	Next ICT Agenda	출처	Key-Point
미국	<ul style="list-style-type: none"> * 모든 미국인에게 브로드밴드 서비스를 제공 * 국가적 데이터 프라이버시와 인공지능 전략 개발 * 유망 교통 기술이 제공하는 혜택 구현 * 미래 인력 양성 * 이민 제도의 현대화 * 인적 역량 강화를 위한 민간 부문과의 협력 * 데이터 센터의 보급 	미국상공회의소, '2021 Technology Policy Agenda' (2020.10.)	<p>디지털경제로의 전환과 관련하여</p> <p>① 데이터 ② 미래 컴퓨팅 ③ 인공지능 ④ 자율이동체 ⑤ 바이오 ⑥ 기초연구</p> <p>분야 아젠다 강조</p>
	<ul style="list-style-type: none"> * Advanced Computing * Chemical, Biological, Radiological, and Nuclear(CBRN) * Mitigation Technologies * Advanced Conventional Weapons Technologies * Communication and Networking Technologies * Advanced Engineering Materials * Data Science and Storage * Advanced Manufacturing, * Distributed Ledger Technologies, * Advanced Sensing * Energy Technologies, * Aero-Engine Technologies * Human-Machine Interfaces * Agricultural Technologies * Medical and Public Health Technologies * Artificial Intelligence, * Quantum Information Science * Autonomous Systems * Semiconductors and Microelectronics * Biotechnologies, * Space Technologies 	National Security Council, '20대 핵심 유망기술' (2020.10.)	
	<ul style="list-style-type: none"> * 기초연구 주도권 유지 * 미국 기업 지원 * 미국인의 STEM 관련 기회와 일자리 창출 * S&E 분야 글로벌 협력 방안 	National Science Board, 'Vision 2030' (2020.5.)	
중국	<ul style="list-style-type: none"> * 인공지능, * 양자정보, * 반도체 * 바이오, * 뇌 과학, * 품종개량, * 우주과학 * 심해 및 지층 * 기업간 범용기술 공동개발을 촉진하는 플랫폼 구축 	'중국 14차 5개년 계획' 中 전략적 과학기술 분야 (2021~25)	<p>디지털인프라 건설을 목표로</p> <p>① 인공지능 ② 플랫폼 구축 ③ 미래이동수단</p> <p>분야 아젠다 강조</p>
	<ul style="list-style-type: none"> * 5G, * AI, * 빅데이터, * 사물인터넷(IoT), * 고속철도, * 특고압설비 * 신에너지 자동차 	'신인프라건설 (新基建, 신기건)' 中 7대 전략분야 (2020)	

* 출처: ETRI 기술전략연구센터 (2021)

□ (미국) “혁신 경쟁법(Endless Frontier Act, 2021.06)”에서 10대 첨단기술 연구에 대한 전략적 지원을 추진함

- 10대 첨단기술 : 인공지능/머신러닝, 고성능 컴퓨팅, 반도체, 양자컴퓨팅, RPA, 차세대 통신, 사이버 보안, 데이터 스토리지/관리 등

□ (중국) “제14차 5개년 계획”에서 7대 디지털 경제 중점기술 및 10대 디지털 응용 분야를 도출함

표 8 제14차 5개년 계획 : 7대 디지털 경제 중점기술 및 10대 디지털 응용 분야

디지털 경제 중점기술		디지털 응용 분야	
클라우드 컴퓨팅 빅데이터 사물인터넷 산업인터넷	블록체인 인공지능 AR/VR	스마트 교통 스마트 그리드 스마트 제조 스마트 농업 및 수리 스마트 교육	스마트 의료 스마트 문화 여행 스마트 지역사회 스마트 홈 스마트 정부

* 출처: 박재곤 (2021)

□ (EU) “EU 2030 Digital Compass(2021.03)”에서 유럽의 디지털 전환을 위한 비전·목표, 계획을 발표함과 동시에, 5G, 반도체, 에지/클라우드, 양자컴퓨팅, 빅데이터, AI 등을 디지털 주요 전략 분야로 설정함

- 디지털 기술 분야에서 유럽의 경쟁력 강화를 위한 “Digital Europe Programme 21~27”에서도 고성능 컴퓨팅, 인공지능, 사이버 보안, 디지털 기술의 활용 및 인력 양성 등에 총 92억 유로 지원 발표

□ 해외 주요국의 디지털 혁신 관련 정책에서도 “ICBM + AI”, 반도체, 고성능 컴퓨팅, AR/VR, 첨단제조, 사이버 보안 등을 디지털 혁신 관련 중점 투자 기술로 제시함

표 9 주요국의 디지털 전환 핵심기술

국가	디지털 혁신 관련 중점 투자 기술
미국	인공지능, 반도체, 고성능 컴퓨팅, 양자정보기술, 차세대 통신, 사이버 보안, 로봇, 첨단제조, 데이터 기술 등
중국	인공지능, 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅, 블록체인, 네트워크, IoT, AR/VR, 양자정보기술 등
EU	5G, 반도체, 클라우드/엣지 컴퓨팅, 빅데이터, 인공지능, 고성능 컴퓨팅, 양자컴퓨팅, 사이버 보안, 첨단제조 등

* 출처: ETRI 기술전략연구센터 (2022). 정부 ICT R&D 포트폴리오 분석

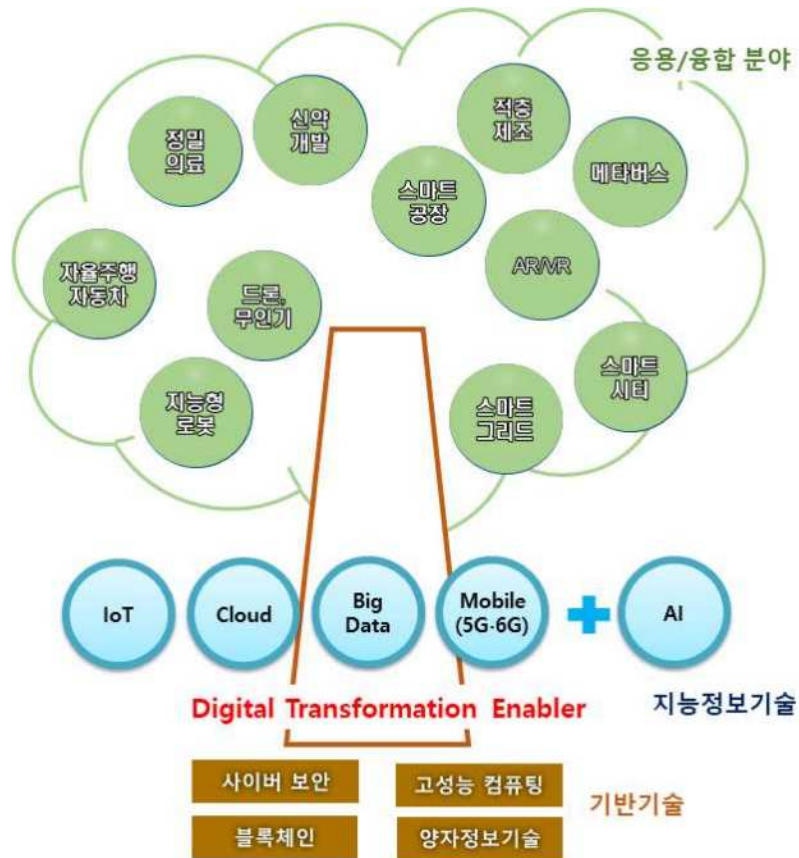
4 디지털 전환 R&D 범위의 확장

□ 디지털 전환 R&D 범위: DT Enabler + 응용/융합 분야

- (DT Enabler) ICBM + AI로 대변되는 지능정보기술과 사이버 보안, 블록체인, 고성능·변혁적 컴퓨팅 등 기반기술을 디지털 전환 핵심기술(Digital Transformation Enabler)로 정의함
- (응용/융합 분야) 디지털 전환을 주도할 유망산업 및 성과가 적용·확산 되는 분야로 자율주행차/드론, 스마트 공장, AR/VR, 지능형로봇, 메타버스 등이 생성 중임
 - 응용/융합 분야는 DT Enabler의 발전과 적용 영역 간의 연계를 통해 지속적으로 변화하고 확장함

□ 디지털 전환 R&D 범위는 ① 디지털 전환 핵심기술에 대한 원천·상용기술의 R&D, ② 응용/융합 분야에서 디지털 핵심기술을 활용하여 직접적이고 명확한 비즈니스 혁신을 촉진하는 R&D를 대상으로 함

그림 21 Digital Transformation Tree: 핵심 기술과 응용 분야



* 출처: ETRI 기술전략연구센터 자체작성

참고문헌

○ 국내 문헌

- 과학기술정보통신부 (2021.10.). 4차 산업혁명으로 촉발된 디지털 전환은 어떻게 진행되고 있나?
- 과학기술정보통신부 과학기술혁신본부 (2021.12.). 디지털 혁신 R&D 투자전략.
- 관계부처 합동 (2017). 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책.
- 관계부처 합동 (2018.12.). 지능정보사회 구현을 위한 제6차 국가정보화 기본계획.
- 권오진 (2009). 과학계량학 기반 과학기술 지식 네트워크 구조 분석 모델 개발. 서울시립대 박사학위논문.
- 김민식, 손가녕. (2017). 제4차 산업 혁명과 디지털 트랜스포메이션 (Digital Transformation)의 이해. 정보통신방송정책, 29(3), 26-32.
- 김승현, 이제영, 김만진, 김단비 (2019). 디지털 전환에 따른 혁신생태계 변화 전망 - 여객·운송분야 모빌리티서비스를 중심으로. 과학기술정책연구원.
- 김진영, 김형택, 이승준 (2017). 디지털 트랜스포메이션 어떻게 할 것인가. e비즈북스.
- 김형택 (2017). 디지털 트랜스포메이션으로의 접근. 2017년 IT산업 메가트렌드 - 디지털 트랜스포메이션을 향한 여정. 한국정보산업연합회.
- 박재곤 (2021). 디지털 경제 현황과 발전 요인. 중국산업경제브리프, 82.
- 부처합동 (2016.12.). 2030 대한민국 지능정보사회 국가 비전 및 전략.
- 신기윤, 여영준, 이정동. (2020). 디지털 전환에 따른 경제 및 노동시장 파급효과: 산업연관 및 사회계정행렬 분석을 중심으로. 한국혁신학회지, 15(3), 1-28.
- 이상원 (2017). 디지털 트랜스포메이션 사회와 새 정부의 산업정책 방향. 언론정보연구. 54(4): 35-66.
- 임희종, 최보름, 송지희 (2021). 기업의 디지털 전환(DT) 경쟁력 분석 모형개발 및 적용: 공기업 10개의 사례를 중심으로. Korea Business Review, 25(3), 61-100.
- 정보통신산업진흥원 (2017.03.). 지능정보기술을 통한 사회경제 혁신방안 연구.
- 정소윤, 이재호, 김정해 (2020.12.31.). 공공부문 디지털 트랜스포메이션 전략에 관한 연구. KIPA 연구보고서. 한국행정연구원.

- 행정안전부 (2020). 행정안전부, 전자정부를 넘어 디지털정부로 대전환.
- ETRI 기술전략연구센터 (2022). 정부 ICT R&D 포트폴리오 분석.
- OECD 대한민국 정책센터 (2015). 디지털정부 전략에 관한 OECD 이사회 권고문.
- KISTI (2016). KnowledgeMatrix Plus ver.0.80 for supporting Scientometric Network Analysis, Department of Scientometric Research, Korea Institute of Science and Technology Information (KISTI).
- McKinsey&Company (2016). 2030 대한민국 지능정보사회 국가 비전 및 전략. 미래창조과학부.
- Westerman, G. et al. (2017.01.20.). 《디지털 트랜스포메이션: 4차 산업혁명, 당신의 기업은 무엇을 준비해야 하는가?》 (최경은, 역). 서울: e비즈니스. (원서출판 2014).

○ 국외 문헌

- Abdallah, Y. O., Shehab, E., & Al-Ashaab, A. (2021). Understanding digital transformation in the manufacturing industry: A systematic literature review and future trends. *Product Management & Development*, 19(1), e20200021.
- Ávila-Gutiérrez, M. J., Martín-Gómez, A., Aguayo-González, F., & Lama-Ruiz, J. R. (2020). Eco-Holonic 4.0 Circular Business Model to Conceptualize Sustainable Value Chain towards Digital Transition. *Sustainability*, 12(5), 1889.
- IDC (2014). IDC Predictions 2015 – Accelerating Innovation – and Growth – on the 3rd Platform.
- Martin, A. (2008). Digital literacy and the “digital society”. In C. Lankshear & M. Knobel (Eds.), *Digital literacies* (pp. 151-176). New York, NY:Peter Lang.
- OECD (2014). OECD Recommendation on Digital Government Strategies.
- Schallmo, D., Williams, C. A. and Boardman, L. (2017). Digital Transformation of Business Models – Best Practice, Enablers, and Roadmap. *International Journal of Innovation Management*, 21(8), 1740014.
- van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538.



○ 웹사이트

특허청 (n.d.). 4차 산업혁명 관련 新특허분류 체계.

<https://www.kipo.go.kr/ko/kpoContentView.do?menuCd=SCD0200271>

Azure Digital (n.d.). Why Going Digital Matters. <https://azuredigitalcs.com/>

Baty, C. (2019, August 13). What technologies are enabling digital transformation?

<https://blog.ecosystem360.com/technologies-enabling-digital-transformation/>

BPK, P. (2021, February 1). Top 10 Digital Transformation Technologies For 2022.

<https://mindsterdx.com/blog/digital-transformation-technologies/>

Fedorychak, V. (2021, January 14). <https://lvivcity.com/digital-transformation-technologies>

Greig, J. (2019, November 25). The top technologies that enabled digital transformation this decade.

<https://www.techrepublic.com/article/the-top-technologies-that-enabled-digital-transformation-this-decade/>

i-SCOOP (n.d.) The acceleration of third platform innovation: here comes the DX economy.

<https://www.i-scoop.eu/the-acceleration-of-third-platform-innovation-here-comes-the-dx-economy/>

Magnest (2021, November 22). WHAT IS DIGITAL TRANSFORMATION? SUCCESSFUL EXAMPLE AND TOP TECHNOLOGIES 2022.

<https://magenest.com/en/what-is-digital-transformation/>

Morgan, A. (2018, June 14). How blockchain supercharges digital transformation.

<https://medium.com/@BijouConcierge/how-blockchain-supercharges-digital-transformation-c0b2f4d5656c>

NeoSOFT (n.d.). ENTERPRISE DIGITAL TRANSFORMATION.

<https://neosofttech.com/enterprise-digital-transformation>

Nexus Integra (n.d.). The 7 enablers of industrial digital transformation.

<https://nexusintegra.io/enablers-digital-transformation-industry/>

White, N. (2019, December 18). 8 Commonly-Used Digital Transformation Technologies.

<https://www.ptc.com/en/blogs/corporate/digital-transformation-technologies>

저자소개

송영근 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 책임연구원
e-mail: iesong@etri.re.kr Tel. 042-860-1662

박안선 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 UST학생연구원
e-mail: pas@etri.re.kr Tel. 042-860-6525

심진보 ETRI 지능화융합연구소 기술정책연구본부 기술전략연구센터 센터장
e-mail: jbsim@etri.re.kr Tel. 042-860-6213

기술정책연구본부 기술정책 트렌드

발행인 이 지 형

발행처 한국전자통신연구원 지능화융합연구소 기술정책연구본부

발행일 2022년 05월 27일





www.etri.re.kr

본 저작물은 공공누리 제4유형:

출처표시+상업적이용금지+변경금지 조건에 따라 이용할 수 있습니다.



ETRI Electronics and Telecommunications Research Institute

34129 대전광역시 유성구 가정로 218
TEL.(042) 860-6114 FAX.(042) 860-6504

