



문화정보 이슈리포트

2021-1호(제21호)

# 가상융합세계 선도를 위한 디지털트윈 기반 D.N.A + XR 전략

우유탉  
(한국과학기술원 교수)

KCISA 한국문화정보원

## CONTENTS

- I. 들어가며
- II. 가상증강현실 관련 다양한 개념
- III. 가상융합경제 선도를 위한 제언
- IV. 문화체육관광분야 가상증강현실 플랫폼 활성화를 위한 제언

문화정보 이슈리포트  
2021-1호(제21호)

# 가상융합세계 선도를 위한 디지털트윈 기반 D.N.A + XR전략

우운택(한국과학기술원 교수)

## 요약

최근 정부는 대규모 데이터(Data)를 확보하고, 인공지능(AI)을 학습하여, 5G 네트워크(Network) 기반으로 산업현장에서 활용하는 'D.N.A.' 계획을 발표하였다. 연이어 가상융합경제 선도국가를 실현할 디지털뉴딜 사업 중의 하나로 'D.N.A.+XR' 계획도 발표하였다.

가상증강현실(VR/AR) 등을 포괄하는 용어로 등장한 가상융합기술(XR)은 현실과 가상세계를 연결하는 매개기술로 디지털 전환을 촉발하고 가상융합경제를 촉진하는 플랫폼이자 동력이다. 'D.N.A.+XR'은 제조, 의료, 교육, 유통 등 사회경제 전 영역에서 활용할 수 있고, 국민의 삶의 질을 높이고, 국가산업의 생산성을 혁신할 핵심이다. 그런데, 실행방안을 들여다보면 여전히 가상증강현실을 실감형 콘텐츠로 접근하고 있어 플랫폼으로서의 잠재력을 충분히 활용하기에는 부족하다.

가상융합경제의 핵심으로 역할하기 위해서는 언제 어디서나 필요한 정보를 즉시 접근하고, 활용하고, 공유할 수 있는 새로운 소셜 플랫폼으로 이해하고 활용하는 전략 마련이 시급하다. 가상-현실 융합경제 핵심 플랫폼으로서의 가상증강현실, 메타버스, 디지털트윈, 유비쿼터스 가상현실 등의 개념을 소개하고 'D.N.A.+XR'의 문화산업 활용 전략과 방안을 제안한다.

## I. 들어가며

- 가상증강현실(VR/AR) 기술이 빠른 속도로 일상의 기술로 다가오고 있음<sup>1)2)3)</sup>
  - 1968년 이반 서덜랜드 (Ivan Sutherland) 투사형 디스플레이(see-through HMD)를 제안
- 2000년대 이후 기억 속에 사라져가던 가상현실도 최근 다시 주목
  - 2014년 Facebook의 마크 주커버그(Mark Zuckerberg)가 가상현실을 미래의 소셜 미디어로 지목하며 오클러스에 투자하면서 실현 가능성을 증폭
  - 이후 Oculus Rift, HTC Vive, 삼성 Gear VR 등을 통해 안경형 디스플레이도 새로운 하드웨어 플랫폼으로서의 가능성
  - 최근 발표한 Oculus Quest2 헤드셋에는 훨씬 선명해진 고해상도 디스플레이와 카메라, 모션센서, 스피커, 마이크 등이 내장 되어 사용자의 움직임뿐만이 아니라 현실 공간의 상황을 가상으로 실시간 연동할 수 있게 되었고, 맨손이나 컨트롤러를 통해 가상객체와 더욱 자연스러운 상호작용도 가능



〈그림1〉 Oculus Quest2에서 지원하는 스타워즈 세계 모험

출처: Oculus Quest2 홈페이지(<https://www.oculus.com/quest-2/>)



〈그림2〉 Oculus Quest2에서 지원하는 팀 기반의 VR 배틀 로얄 게임

- 가상과 현실의 융합개념도 단순히 가상을 체험하는 것을 넘어 현실과의 연동을 다양한 형태로 시도하면서 진화

1) 이민경, 우운택, "증강현실 기술 연구 동향 및 전망," 한국정보처리학회 학회지, Vol. 11, No. 1, pp. 29-40, 2004.  
2) 신춘성, 이원우, 오유수, 서영정, 김혜진, 윤효석, 최 아영, 이영호, 우운택, "CAMAR 2.0: 사용자 참여 형 맥락 인식 모바일 증강현실," SK Telecommunication, Vol.19, No. 6, pp.860-876, 2009  
3) 이형목, 김동철, 우운택, "가상 객체 조작을 위한 차세대 증강현실 인터페이스 기술 및 전망," 정보처리학회지, 제 17권, 제5호, pp. 60-66, 2010.

- 1999년 IBM의 제임스 스포러(James C. Spohrer)는 지구의 모든 공간을 균일한 큐빅으로 나누고, 이를 매개로 디지털 정보와 연동하는 ‘월드보드’의 개념을 소개
- 2001년 필자는 유비쿼터스 컴퓨팅 개념이 실현된 지능공간에서 가상을 체험하게 하는 ‘유비쿼터스 가상현실’의 개념을 소개하고 연구실 이름으로 사용
- 2003년에는 현실을 실측 3차원 가상으로 구현하고 각종 센서를 통해 연동하고 관측, 가상화, 시뮬레이션 등을 가능하게 하는 ‘디지털 트윈’의 개념과 가상에서 현실과 같은 다양한 사회경제적 활동이 가능한 ‘세컨드 라이프’ 등도 등장
- 2000년대 중반에 ‘메타버스’의 개념이 등장했으며, 우리가 사는 유니버스의 디지털 버전인 메타버스를 새로운 플랫폼으로 정착시키기 위한 로드맵도 2007년 제시

○ 2020년대 가상증강현실의 현황과 활용 전망

- 걸어 다니면서도 스마트폰을 사용하는 사람들이 점차 많아지고, 동시에 스마트 폰의 화면에 시선을 집중하는 것의 불편함이나 위험함을 호소하는 사람의 수도 증가
- 책상이 아니라 움직이거나 걸어 다니면서도 필요한 정보에 접근하고 활용하기 새로운 기술에 대한 수요 증가
- 최근 D.N.A.로 주목받고 있는 데이터(Data), 네트워크(Network), 인공지능(AI)을 메타버스나 가상증강현실과 연동한다면 활용도 증가
- 안경형 디스플레이를 착용하고 걸어 다니며 현실 객체를 매개로 관련 정보나 지식을 활용하는 가상경제 플랫폼이 향후 활성화 될 것 이라 전망

## II. 가상증강현실 관련 다양한 개념

### 1. 증강현실(Augmented Reality)

#### ○ 증강현실(Augmented Reality, AR)의 정의

- 1991년 보잉의 토마스 코델(Thomas P. Caudell)이 현실공간에 가상 정보를 겹쳐 보여주는 기술로 처음 사용
- 1997년 로널드 아주마(Ronald T. Azuma)는 증강현실을 1) 현실과 가상의 결합, 2) 실시간 상호작용, 3) 원하는 3차원 위치에 증강이라는 세 가지 속성으로 정의

#### ○ 증강현실 개념의 진화

- 제 1세대: 1990년대 현실의 관심 객체를 매개로 관련 정보 증강
- 제 2세대: 2000년대 등장한 스마트 폰에 내장된 카메라와 함께 디지털 GPS, 나침반, 모션센서 같은 각종 센서를 이용하여 공간을 매개로 정보를 증강하고 공유
  - \* 지리정보에 기반하여 'Pokemon Go'와 같이 공감할 수 있는 스토리를 AR로 표현한 게임은 상당한 가능성
- 제 3세대: 2010년대 스마트 폰 하드웨어/소프트웨어 성능의 향상에 따라 컴퓨터 비전, 컴퓨터 그래픽스, 상호작용 등을 통합적으로 활용하여 관심객체를 매개로 관련 정보를 증강하고 공유
  - \* 초기 퀄컴의 Vuforia와 메타이오의 Metaio를 시작으로, 구글의 ARCore, 애플의 ARKit 등이 본격적으로 보급되면서 관심객체를 매개로 현실세계와 디지털 정보를 연결하는 장벽이 낮아지고 졌고, 깊이 정보와 광원까지 실처리하여 체험의 수준은 향상
  - \* 유니티의 AR Foundation은 ARCore와 ARKit를 통합적으로 지원하고, 이에 기반한 저작도구인 MARS는 이기종 스마트 폰 간의 증강체험 공유도 가능 하게 만들었으며, ARCore, ARKit 외에도 안경형 디스플레이인 매직립(Magic Leap)과 홀로렌즈(HoloLens)도 지원하여 일반인도 쉽게 콘텐츠를 저작하고 공유
- 제 4세대: 안경형 디스플레이의 등장으로 일상 활용에 대한 기대 증대

## 2. 메타버스(Metaverse)

### ○ 메타버스의 정의

- 1992년에 발표한 닐 스티븐슨(Neal Stephenson)의 소설 '스노우 크래쉬'에서 안경형 디스플레이를 착용하고 아바타를 통해 체험하는 '컴퓨터로 만든 3차원 가상세계'의 개념으로 사용
- 단어적 해석은 추상이나 초월을 뜻하는 메타(meta)와 세계 또는 우주를 뜻하는 유니버스(universe)의 합성어이므로 '세상의 세상' 즉, 현실의 맥락 정보를 가진 디지털 세상을 의미
- 따라서, 메타버스는 1) 다양한 센서를 통해 현실과 연동되고, 2) 현실에서 모아진 데이터를 해석한 다양한 정보가 체계적으로 관리되고, 3) 현실과 같은 정치·경제·사회·문화적 활동도 가능한 '3차원 가상 공간'으로 정의

### ○ 메타버스 개념의 진화

- 비영리 기술 연구 단체 ASF(Acceleration Studies Foundation)은 2007년 보고서를 통해 메타버스를 '증강과 시뮬레이션', '내적인 것과 외적인 것'이라는 두 축을 가지고 네 가지 범주로 라이프로그(Life logging), 가상세계(Virtual World), 거울세계(Mirror Worlds), 증강현실(Augmented Reality) 등으로 분류
- 라이프로그: 사물과 사람에 대한 일상적인 경험과 정보를 기록하고 저장하고 해석
- \* 일상생활에서 일어나는 모든 순간을 텍스트, 영상, 사운드 등 다양한 형태로 캡처하고, 저장하고, 정리하여 즉시에 활용하거나 다른 사용자와 정보나 경험을 공유할 수 있도록 지원
- 가상세계는 사용자가 아바타를 통해 세컨드 라이프 같은 3차원 가상공간에서 현실과 유사한 사회/문화/경제/정치적 활동 지원
- 거울세계는 구글 어스(Google Earth) 같이 실제 세계를 반영하여 정보적으로 확장된 가상세계
- 증강현실은 현실공간을 매개로 관련 거울세계나 가상세계와 연동하여 관련 정보를 접근, 탐색, 활용



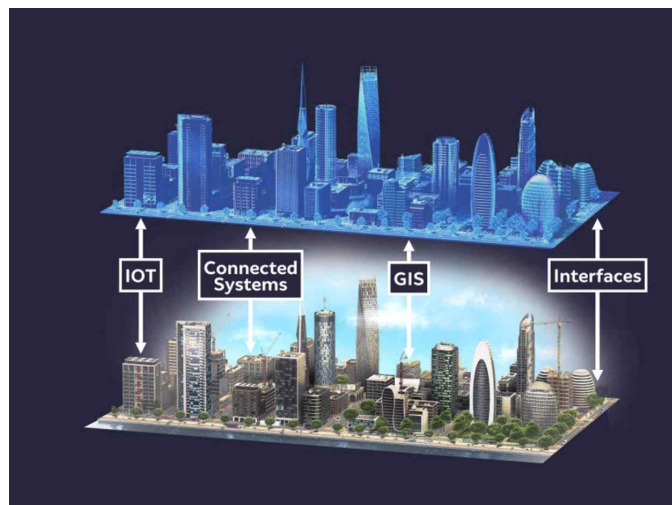
### 3. 디지털트윈(Digital Twin)

#### ○ 디지털트윈의 정의

- 디지털 트윈(digital twin)은 미국 미시간대학교 Grieves 교수가 제안한 개념
- 현실 세계에 존재하는 물리적 자산(Asset), 시스템 또는 프로세스의 디지털 버전, 디지털 프로파일, 데이터와 정보(intelligence), 시뮬레이션 모델 등의 다양한 의미로 사용
- 디지털트윈은 물리적 객체(공간, 자산, 사람, 시스템, 프로세스 등)에 대한 디지털 복제(쌍둥이)로서, 수명주기 전체에 걸쳐 객체 요소들의 속성/상태를 동기화하여 유지하며 이들이 어떻게 작동하는지의 동적 성질을 관찰, 해석, 예측, 개선/최적화 등을 수행하는 가상 플랫폼

#### ○ 디지털트윈 개념의 진화

- 디지털트윈은 과거와 현재의 운용 상태를 이해하고 성능을 향상하거나 미래를 예측하고 대비할 수 있는 디지털 플랫폼
- 제조의 경우 제품의 설계, 생산, 점검 등 전 과정에 활용
- 제조 외에도 전력, 의료, 항공, 조선, 자동차, 도시 등 산업 전반에 걸쳐 활용 가능
- 스마트 도시에 적용하면 교통, 주택, 생활, 에너지, 환경 등 사회 전반의 데이터를 취합하고 해석하고 위치나 객체기반으로 가시화하여 고질적인 사회문제를 저비용으로 해결



〈그림3〉 디지털트윈 개념<sup>4)</sup>

4) <http://www.wanderingthefuture.com/2019/02/27/i-see-i-see-what-ar-lets-me-see/>

#### 4. 유비쿼터스 가상현실(Ubiquitous Virtual Reality)<sup>5)6)</sup>

##### ○ 유비쿼터스 가상현실의 정의

- 2001년 필자가 ‘가상현실과 유비쿼터스 컴퓨팅을 결합하는 새로운 패러다임’으로 제안
- 유비쿼터스 가상현실은 한 개념으로, 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing) 개념이 실현된 지능 공간을 실측/실감 디지털트윈(또는 메타버스)와 융합하여 환경과 사용자의 맥락정보에 따라 사용자에게 새로운 서비스와 콘텐츠를 제공하는 ‘눈치 있는 증강현실(Context-aware Mediated and Augmented Reality)’을 의미

##### ○ 유비쿼터스 가상현실 활용의 3단계 시나리오

- (1단계) 현실공간을 가상으로 실측/실감 디지털트윈으로 복제하고 현실공간의 다양한 센서로 부터 모아진 정보를 기반으로 실시간 모니터링
- (2단계) 정보를 해석하고 활용하여 새로운 정보와 지식으로 생산/관리/축적하거나 시뮬레이션을 통해 미래를 예측하거나 최적화하여 가시화
- (3단계) 인공지능 학습을 통해 문제를 파악하여 대안을 제시하고 사용자의 요구와 맥락을 반영하여 증강 콘텐츠 형태로 현실 공간 활용을 제안

### Ⅲ. 가상융합경제 선도를 위한 제언<sup>7)8)</sup>

#### 1. 디지털 뉴딜 성공의 열쇠는 디지털트윈 기반 D. N. A.+ XR<sup>9)</sup>

##### ○ 올해 정부는 ‘디지털 뉴딜’ 사업에 총 12조7000억 원을 투자

- 데이터·네트워크·인공지능(D·N·A) 생태계 강화와 비대면 산업 육성, 사회기반시설(SOC) 디지털화를 추진하여 디지털 기반 경제혁신 가속
- 경제적 파급효과와 국민 체감도가 높은 전략 분야의 대규모 데이터를 확보하고, 인공지능을 학습하여, 5G 기반으로 산업현장에서 활용하여 신산업 창출

5) 강창구, 하태진, 오유수, 우운택, “유비쿼터스 가상현실 구현을 위한 증강현실 콘텐츠 기술과 응용,” 전자공학회지, 제38권, 제6호, pp. 449-455, 2011

6) 김동철, 이주화, 우운택, “증강현실 2.0 기술과 콘텐츠 응용기술 현황 및 전망”, 한국통신학회지, 제28권, 제6호, pp. 54-60, 2011.

7) 신승엽, 장태수, 우운택. (2018). 증강현실 동향과 전망. 한국통신학회지(정보와통신), 36(1), 29-34.

8) 우운택, (2020), 가상·증강현실은 '디지털뉴딜' 성공 열쇠, 매일경제 기고

9) 우운택, '디지털트윈과 연동된 VR·AR 기술'을 활용한 증강도시의 가능성, 서울디지털재단, 2020. 12



- 하지만, D.N.A로 비대면화·디지털화에 대응하고 디지털 기반 경제혁신을 가속화 하는데 한계
- 이를 보완하기 위해 정부는 추가로 가상증강현실(VR/AR)등 다양한 형태의 가상 융합기술(XR)이 산업구조 혁신과 경제성장의 새로운 동력이 되는 가상융합경제 실행을 본격 추진
  - 2020년 가상융합기술의 확산을 촉진하고 산업 전반의 비대면 디지털화에 효과적으로 대응하기 위해 ‘가상융합경제 발전 전략’ 발표
  - 2021년을 가상융합경제의 원년으로 선언하고 공공·산업 중심의 선도형 가상융합산업 생태계 조성, XR 연합체 구축 및 활용, 대국민 XR 저변 확산 등을 핵심 추진방향으로 설정
  - 이를 위해 가상융합기술 활용 확산, 디지털콘텐츠 인프라 강화, 핵심기술 확보(R&D), 전문 인력 양성, 제도·규제 정비 등을 지원
- 하지만, 여전히 D.N.A와 XR의 연계 활용이 불분명
  - 그동안 XR은 플랫폼보다는 실감콘텐츠 기술 관점으로 접근하여 한계 존재
  - 이를 보완하기 위해 실측으로 모방한 ‘디지털 트윈’과 XR의 연동 활용이 필요
- 디지털트윈은 D.N.A와 XR 연계의 핵심
  - 가상현실의 속성을 활용하는 디지털트윈이 다시 주목 받는 이유 중의 하나는 현실 공간에서 실시간에 만들어지는 방대한 데이터를 효과적으로 취합, 시뮬레이션, 분석, 가시화하고 활용하기 위한 모델과 플랫폼
  - 사물인터넷과 초고속망을 통해 모아지는 실시간 동적 데이터를 통해 현실세계와 동질성/일관성을 유지하면서 문제를 위치기반으로 관측하고 분석하고 예측하는 플랫폼
  - 인공지능을 활용하여 모아진 대규모 데이터기반 학습을 통해 진화하는 운용 플랫폼
  - 디지털트윈 기반 가상증강현실 기술을 활용하여 현장에서 즉각 문제를 이해하고 해결에 활용하거나 함께 문제해결에 참여할 수 있도록 지원

## 2. 디지털트윈 연계 D.N.A + XR 시범사업 필요

### ○ 가상증강현실과 디지털트윈의 연계 활용

- 디지털트윈은 가상증강현실과 연동할 때 더욱 가치 상승
- 디지털트윈 연동 ‘D.N.A.+XR’ 시범사업을 통해 실증하면서 확산
- 디지털트윈 연동 가상증강현실은 현장에서 즉시 필요한 정보에 접근하여 직관적으로 이해할 수 있는 형태로 제공하여 효율적인 판단과 새로운 부가가치 생산을 지원



〈그림3〉 디지털트윈 연계 가상증강현실 활용 예

### ○ 시범지역을 규제자유특구로 지정하고 플랫폼화하여 개인에게는 다양한 사회문화적 경험과 경제적 효용을 제공하고, 기업에는 혁신을 통해 새로운 부가가치 창출의 기회를 제공

- 시공간의 한계와 규제의 벽을 넘어 어디서든 자유롭게 접근하고, 체험하고, 실험하는 효율성과 안전성이 담보되는 플랫폼
- 현장에서 5G망을 통해 실시간에 데이터를 모으고, 인공지능으로 해석하여, 실측 디지털트윈에 가시화하고, 다시 현실에서 자유롭게 활용
- 동시에 국내외 시장을 선점하기 위해서는 다양한 분야로 실증사업을 확대하고 적극 지원

### ○ ‘참여형 디지털트윈 연동 D.N.A.+XR’으로 시공간을 넘나들며 새로운 성장 동력을 함께 만들고 산업 경쟁력을 확대

## IV. 문화체육관광분야 가상증강현실 플랫폼 활성화를 위한 제언

### 1. 문화체육관광분야 가상증강현실의 플랫폼 활용 전망

#### ○ 미술관, 박물관, 과학관 등 전시

- 현재 대부분의 가상전시는 360도 영상 기반으로 웹으로 제공하여 단순한 탐색 지원
- 전시장과 같은 실측/실감 디지털트윈에서 전시를 기획, 저작, 창제작하고 온오프라인에서 가상현실과 증강현실로 제공하여 웹, 모바일, 안경 등 다양한 형태로 실감 체험 가능
- 디지털트윈으로 관람객의 반응을 실시간 추적, 모니터링, 해석, 시뮬레이션 등을 통해 최적화된 전시 운영 및 경험 제공

#### ○ 공연

- 비대면 시대 공연은 주로 유튜브를 통해 진행하거나 가상 공연장을 활용하나 가상 공간의 사실감이 부족하고 상호작용이 제한적이어서 몰입감 저하
- SM엔터테인먼트, 빅히트 등에서 실공간 연동 AR 합성 등 최신 기술을 적용하여 온라인 공연을 선 보였으나 저작이 어렵고 상호작용도 제한적
- 공연장과 같은 실측/실감 디지털트윈을 가상공연 플랫폼으로 활용하면, 공연의 기획, 저작, 창제작 등을 효율적으로 진행
- 신개념의 디지털트윈기반 문화공연으로 고가 설비 중심의 오프라인 공연 무대 구축 비용과 공연 장소 부족 문제 해결
- 대규모 관객들이 아바타로 현장에 동시 참여하여 공연자와 관객, 관객과 관객 간의 다양한 상호작용으로 몰입감 높은 공연 체험이 가능

#### ○ 관광<sup>10)</sup>

- 비대면 시대에는 관광 수요가 증가하나 유튜브 등의 2차원 콘텐츠가 주류
- 실측/실감 디지털트윈을 활용하면, 관광 콘텐츠의 기획, 저작, 창제작 등을 효율적으로 진행
- 실측/실감 디지털트윈으로 관광 전에는 3D 관광지도를 이용한 관광지 사전 가상 체험을 제공하고, 관광 중에는 증강현실기반 관광 안내, 관광 후에는 찍은 사진으로 관광 경로 재현 및 경험 공유 가능

#### ○ 영화, 게임 등에도 실측/실감 디지털트윈은 영화, 게임 등의 콘텐츠 제작에도 유용

10) 이종욱, 우운택. (2019). 3차원 지도 연동 디지털 트윈을 활용한 스마트 관광 현황 및 전망. 한국통신학회지(정보와 통신), 36(10), 55-62.

## 2. 문화체육관광분야 가상증강현실 플랫폼 활성화를 위한 제언

- 실감 실측 디지털트윈의 플랫폼화와 표준화 필요
- 디지털트윈의 원료는 ‘데이터’이고, 모은 데이터를 해석하여 의미 있는 정보를 추출하거나 인공지능을 학습하여 활용으로 편리하고 안전한 세상 구현 하지만, 안전하고 편리한 서비스의 댓가는 통제에 대한 불안과 경제적 부담
  - ‘누가’, ‘언제’, ‘어디서’, ‘무엇을’, ‘어떻게’, ‘왜’ 하는지에 해당하는 개인 정보도 확보로 개인정보 노출이 일상화될 위험
  - 그럼에도, 개인은 자신의 정보를 비용을 지불하고 사용해야 할 수도 있어 데이터 주권의 문제 선결 필요
- 최적화된 하나의 디지털 트윈 모델뿐 아니라 서로 이질적인 분야에서 생성된 여러 개의 디지털 트윈 간 협업을 통해 문제를 해결하는 ‘메타 디지털트윈’ 개념 정립과 활용도 필요
- 가상증강현실의 일상화에 따라 인지 부조화에 따른 안정성 검증이나, 과몰입, 가상과 현실 혼동으로 인한 사회적 문제를 예방할 수 있는 연구도 필요
- 산업생태계가 활성화되기 위해서는 콘텐츠-플랫폼-네트워크-디바이스(CPND; Content, platform, Network, Device) 전반에 걸친 통합 표준화, 서비스 비즈니스 모델 개발, 서비스 기반 구축 및 실증도 필요
- 지속적 성장을 위해서는 블록체인 등과 연동한 동기유발 및 보상체계 구축으로 시민의 자발적 지속적 참여 유인 필요