Smart Media Journal / Vol.15, No.3 / ISSN:2287-1322
https://dx.doi.org/10.30693/SMJ.2026.15.3.34

디지털 트윈 기술이 적용된 DCIM 솔루션에 대한 SWOT 분석 -전문가 심층 인터뷰를 중심으로-

(A SWOT Analysis of DCIM Solutions applying Digital Twin Technology -Based on In-Depth Expert Interviews-)

류지성*, 송인국**

(Ji Sung Ryu, In Kuk Song)

요 약

4차 산업혁명 기술이 빠르게 발전하면서 핵심 기술 중 하나인 디지털 트윈 기술이 다양한 현실 세계의 문제를 해결하는 데 효과적인 기술적 대안으로 주목을 받고 있다. 하지만 DCIM(Data Center Infrastructure Management) 솔루션이 디지털 트윈 기술을 활용하여 데이터 센터의 물리적 환경을 가상 공간에 고정밀 3D 모델로 구현하고, 데이터 센터 내의 다양한 IT 자원과 설비 인프라의 실시간 데이터를 연동해 가시화하는 솔루션으로 지속 가능한 데이터 센터를 위한 효율적인 인프라 운영에 필수적인 요소로 급부상하고 있음에도 불구하고, DCIM 산업에 관한 연구는 그 성장에 비해 매우 부족한 실정이다. 본 연구는 디지털 트윈 기술이 적용된 DCIM 솔루션의 개념과 특징에 대하여 종합적으로 탐구하고 전문가 심층 인터뷰와 SWOT 분석을 통해 핵심 범주를 도출하였다. 본 연구의 결과는 DCIM 산업 분야의 연구 및 실무자들에게 학문적, 실무적 참고 자료로 활용되길 기대한다.

■ 중심어 : 디지털 트윈 ; 데이터센터 ; 데이터센터 인프라 관리 ; DCIM 솔루션 ; 전문가 인터뷰 ; SWOT 분석

Abstract

Digital twin technology, one of the core technologies, is attracting attention as an effective technological alternative to solving problems in various real worlds with the rapid development of the 4th industrial revolution technology. In particular, the DCIM solution is emerging as an essential element for efficient infrastructure operation for sustainable data centers by implementing the physical environment of the data center in a high-precision 3D model in a virtual space using digital twin technology and visualizing it by linking real-time data of various IT resources and facility infrastructure within the data center. However, research on the DCIM industry rarely exists compared to its growth. Therefore, this study attempted to enhance the understanding of the concept and characteristics of the DCIM solution by comprehensively exploring the theoretical concept of the DCIM solution, deriving the core categories through in-depth expert interviews and SWOT analysis, and explaining them as concepts and characteristics from a practical perspective. The results of this study are expected to provide academic and practical expected effects for related research to researchers in the DCIM industry.

■ keywords : Digital Twin ; Data Center ; DCIM ; DCIM Software ; Expert interview ; SWOT analysis

Ⅰ. 서 론

최근 들어 4차 산업혁명 핵심 기술들의 발전과 함께 우리 사회 전반에 걸쳐 다양한 변화와 혁신이 일어나고 있다. 이러한 융합과 혁신은 다양한 산업에서 경쟁력을 높이고 새로운 가치를 창출할 수 있는 디지털 전환의 기회를 제공한다. 특히 4차 산업혁명 핵심 기술 중 하나인 디지털 트

* 정회원, 단국대학교 일반대학원 경영학과
** 정회원, 단국대학교 경영학과 경영정보전공
접수일자 : 2026년 03월 03일
수정일자 : 2026년 03월 22일
게재확정일 : 2026년 03월 25일
교신저자 : 송인국 e-mail : iksong@dankook.ac.kr

윈 기술은 물리적 세계와 디지털 세계를 융합할 수 있는 기술로서 현실 세계의 다양한 문제들을 해결하고 있다[1]. 이러한 디지털 전환은 업무 프로세스를 개선 시킬 수 있는 사고체계의 전환을 유발하는 수단으로서 기업과 조직의 효율성 향상에 혁신적 변화를 일으키는 프로세스 변혁을 유도한다[2].

한편, 국내를 비롯해 전 세계적으로 고성능 컴퓨팅과 정보 통신 기술이 급속도로 발전하면서 대용량 디지털 정보를 활용하는 빅데이터 기술이 미래성장동력으로 주목받고 있으며, 세계 각국의 기업과 정부는 빅데이터 기술을 적극적으로 도입하고 투자와 정책적 지원을 확대하고 있다[3]. 이에 따라 빅데이터를 활용한 IT 자원과 기술의 고도화가 빠르게 진행되고 있으며, IT 산업의 중심이 되는 데이터 센터의 수요가 폭발적으로 증가하는 추세이다[4]. 데이터 센터 내 모든 인프라 구성 요소를 모니터링 및 최적화하여 효율적인 IT 인프라 관리를 지원하는 DCIM 솔루션은 데이터 기반 의사결정을 지원하는 핵심 요소로 자리를 잡고 있다[5].

하지만, 그 중요성이 점점 높아지고 있음에도 불구하고. 그러나 데이터 센터 산업에 대한 선행연구와 DCIM 솔루션과 연관된 다양한 기술과 시장 전망에 관한 연구는 해당 산업의 성장에 비하면 매우 부족한 실정이다. 또한, 국가 차원의 과학기술 전략 및 산업 생태계 경쟁력 강화를 위한 연계 연구가 절실히 필요한 상황이다.

본 연구는 디지털 트윈에 대한 선행연구와 데이터 센터에 관한 문헌 조사를 통해 DCIM 솔루션의 개념을 체계적으로 제시하였고, DCIM 관련 산업에 종사하는 전문가 7명을 대상으로 심층 인터뷰를 진행하여 관련 기술 정보를 수집하였다. 이후 기술 조사와 전문가 심층 인터뷰를 통해 수집된 자료를 토대로 DCIM 솔루션의 특징에 대한 핵심 범주를 도출하였고, SWOT 분석을 활용하여 DCIM 솔루션의 객관적 특징을 파악하고 시사점을 제공하였다.

II. 디지털 트윈

최근의 IT 기술의 발전으로 다시 주목받고 있는 기술 트랜드 중 하나는 디지털 트윈 기술이다. 디지털 트윈 기술은 물리적 대상이나 프로세스를 가상의 공간에 정밀하게 구현하여 가상의 모델을 만들고 이를 활용해 다양한 시나리오를 만들고 예측을 수행하여 데이터 기반의 의사결정 지원과 업무 프로세스 자동화를 통한 생산성과 효율성 향상을 지원하는 기술이다[6].

디지털 트윈은 근본적으로 물리적 대상이나 프로세스의 과거와 현재 행동에 대한 진화하는 디지털 프로필로 정의할 수 있으며, 이는 비즈니스 성과 최적화에 도움이 된다. 실제로 디지털 트윈 기술의 진정한 힘과 그 중요성은 현실 세계의 물리적 대상이나 프로세스를 디지털로 모델링하여 실시간에 가까운 포괄적인 연결을 제공할 수 있다는 것이다. 디지털 트윈 기술을 활용하면 제품이나 프로세스의 현실 세계와 디지털 세계 간의 상호작용으로 인해 예측 불가능성을 보다 현실적이고 종합적으로 측정할 수 있는 효과적인 모델을 제공할 수 있다[7].

1. 디지털 트윈 기술의 구성 요소

그림 1은 디지털 트윈의 초기 개념을 보여준 것으로 2002년 미국의 마이클 그리브스 박사가 Product Lifecycle Management 센터 설립을 위해 업계에 '생애 주기 관리(PLM)'의 이상적 모델로 디지털 트윈의 기본적인 개념을 설명하면서 처음 등장했다. 이 모델은 현실 공간, 가상의 공간 그리고 현실 공간에서 가상의 공간으로 데이터 연결, 가상의 공간에서 현실 공간 및 가상의 하위 공간으로 정보 연결 등 디지털 트윈의 모든 요소가 포함된 개념이었다. 또한, 이 모델을 구동하는 전제는 각 시스템이 항상 존재해 온 물리적 시스템과 이 시스템에 대한 모든 정보를 담고 있는 새로운 가상 시스템이라는 2가지 시스템으로 구성된다는 것이었다. 즉, 현실 공간에 존재하는 시스템과 가상의 공간에 존재하는 시스템 간 또는 그 반대로 시스템의 미러링(Mirroring) 또는 트위닝(Twinning)이 존재한다는 중요한 개념을 제시한 것이다[8].

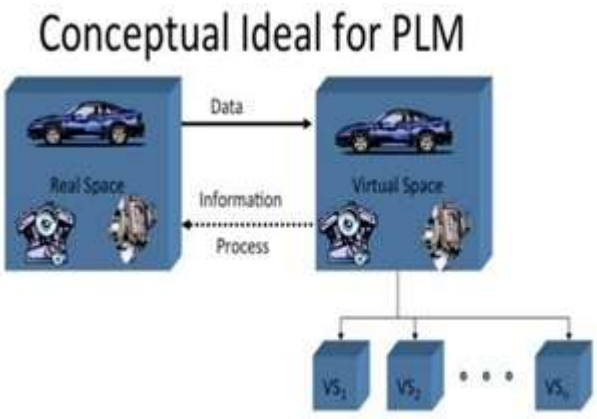


그림 1. Conceptual Ideal for PLM

디지털 트윈의 개념적 구성 요소는 물리적 실체(Physical Entities), 가상 모델(Virtual models), 트윈 데이터(Twin Data) 등 총 3가지로 분류할 수 있다. 이것은 “가상 모델이라는 공간에서 물리적 실체의 어떠한 트윈 데이터를 기반으로 시뮬레이션하여 결과를 얻는 총 과정”을 의미한다고 할 수 있다. 또한, 데이터 소스(센서 데이터, IoT 디바이스, 실시간 시스템, 외부 데이터 소스), 데이터 통합(데이터 표준화, 데이터 플로우, 데이터베이스 및 저장, 실시간 데이터 처리), 모델링 및 시뮬레이션, 데이터 저장 등 총 5가지 기술적 구성 요소로 분류할 수 있다[9].

2. 디지털 트윈 기술 및 산업 현황

디지털 트윈 기술은 가트너에서 2017년 10대 전략 기술 트렌드로 디지털 트윈을 포함하여 발표하면서 본격적으로 주목받았다[10]. 가트너 발표 이후 전 세계적으로 기술적 관심도가 급격히 증가하였고, 국내·외 수많은 연구 기관과 기업들이 연구에 매진하면서 기술 개발이 활발하게 진행되고 있다.

디지털 트윈 기술은 실시간 데이터를 기반으로 물리적 대상의 가상 모델을 구현하여, 예측 및 시뮬레이션 그리고 최적화 등 사용자에게 실질적인 효과를 제공하므로 국내에서도 다양한 산업 분야에 적용되고 있다. 초기 제조업 중심에서 시작한 시장은 제조·공정 관리, 스마트 시티·건설·인프라, 에너지·유틸리티, 헬스케어·의료, 모빌리티·운송·자동차, 유통·리테일·마케팅 등 다양한 산업 분야로 확산되고 있으며, 많은 해외기업이 시장에 진출하고 있다. 특히 세계 각국의 글로벌 기술 선진국에서는 디지털 분야 경쟁 우위를 선점하고 국가적 경쟁력을 강화하기 위해 전사적으로 디지털 트윈 정책을 추진하고 있으며, 다양한 산업 분야의 특징에 맞춰 여러 형태의 디지털 트윈 기술을 활용하고 이를 위한 국가 차원의 정책을 수립하고 있다[11].

그림 2는 디지털 트윈 산업의 현황과 해외 주요국(미국, 중국, 영국, 독일, 일본)의 동향을 나타낸다. 디지털 트윈의 글로벌 산업은 수요 증가에 따라 빠르게 성장하고 있으며, 글로벌 시장 규모가 꾸준히 확대되고 있다.

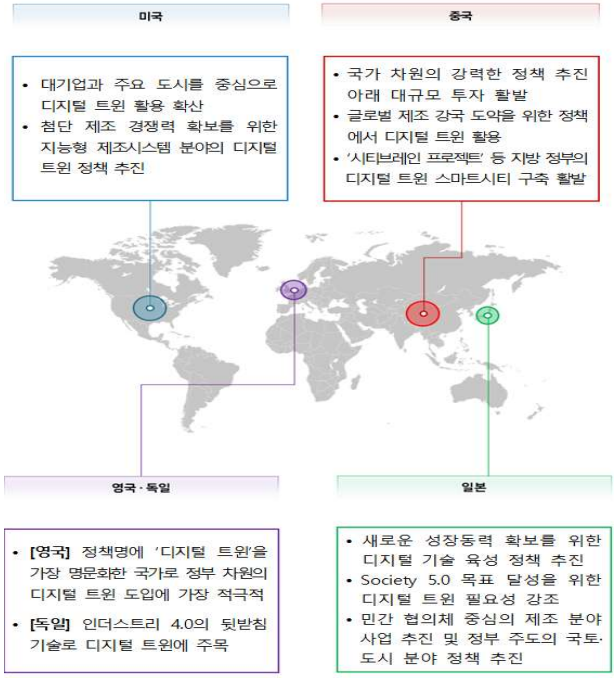
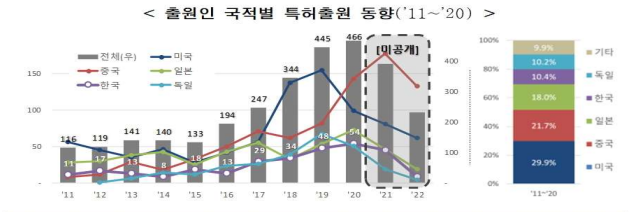


그림 2. 디지털 트윈 산업의 현황과 해외 주요국 동향

미국과 독일의 경우, 스마트 제조를 통한 산업경쟁력 확보라는 명분으로 디지털 트윈 기술의 활용을 강화하고 있으며, 영국의 경우, 국토 자체의 디지털 트윈화 모델이 많은 주목을 받고 있다. 중국의 경우, 기업 차원을 넘어 국가 차원의 강력한 정책적 지원으로 급속도로 성장하고 있으며, 일본의 경우, Society 5.0의 구현 수단으로 디지털 트윈 기술의 필요성이 강조되면서 관련 정책을 지속적으로 확대하는 추세이다[12]. 국내에서는 국가 혁신 전략으로서 ‘디지털 뉴딜’과 ‘그린 뉴딜’을 포함한 한국판 뉴

딜의 10대 대표 과제로 디지털 트윈을 선정하여 대규모의 예산을 투자·지원하고 있다.

그림 3은 2011년부터 2020년 사이의 출원인 국적별 특허출원 동향을 나타낸다. 2023년 주요국 특허청(IP5: 한국, 미국, 유럽, 중국, 일본)에 출원된 디지털 트윈 분야의 특허 현황 분석 결과에 따르면, 2011년부터 2020년 사이 미국이 29.9%로 출원율 1위를 기록했고, 중국이 21.7%, 일본이 18.0%, 한국이 10.4% 순서로 기록되었다. 또한, 2016년부터 2020년 사이 주요 국가의 연평균 성장률은 한국이 42.8%를 달성해 1위를 기록했다[13].



연도	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	합계	비율
미국	56	45	35	46	28	42	56	138	155	99	700	29.9%
중국	8	12	29	18	33	50	71	62	82	143	508	21.7%
일본	28	30	38	43	25	43	55	33	54	73	422	18.0%
한국	11	17	13	8	18	13	29	34	48	54	245	10.4%
독일		1	6	14	12	23	26	39	67	51	239	10.2%
기타	13	14	20	11	17	23	10	38	39	46	231	9.9%
전체	116	119	141	140	133	194	247	344	445	466	2,345	100%

그림 3. 출원인 국적별 특허출원 동향

Ⅲ. DCIM 솔루션

1. 데이터 센터

데이터 센터(Data Center)는 컴퓨팅 시스템 및 관련 하드웨어 장비를 집적시키고, 이를 통합·관리 가능한 솔루션과 기반 시설, 그리고 관련 인프라를 구축하여, 24시간 365일 무중단으로 운영하는 시설로 정의할 수 있다. 또한, 데이터 센터는 IT 자원의 운영 환경을 최적의 상태로 유지 시키는 것이 최우선 과제인 물리적 공간, 산업건물 또는 시설로 볼 수 있다[14].

데이터 센터는 지능정보 기술확산에 필수 기반 산업인 동시에 IT 자원과 기반 시설, 그리고 운영 및 유지 서비스 등 지식·정보 기반 4차 산업의 주요 수요시장으로 그 필요성과 중요도가 계속해서 증가하고 있다. 특히 지능정보사회의 발전에 따라 빅데이터는 모든 산업의 중심이자 핵심 요소로 주목받고 있으며, 이러한 빅데이터는 데이터 센터를 통해 수집·저장·분석·구현·제공되므로 데이터 센터의 중요성이 더욱 강조되고 있다[15].

데이터 센터의 구성 요소는 첫째, IT 자원(컴퓨팅, 스토리지, 네트워크 장비 등). 둘째, 기반 시설(UPS·배터리, 항온항습기, 발전기 등). 셋째, 운영 및 유지 서비스(DCIM 소프트웨어·솔루션) 등 큰 틀에서 3가지로 구분할 수 있다. 그림 4는 데이터 센터의 구성과 서비스 체계를 보여준다.

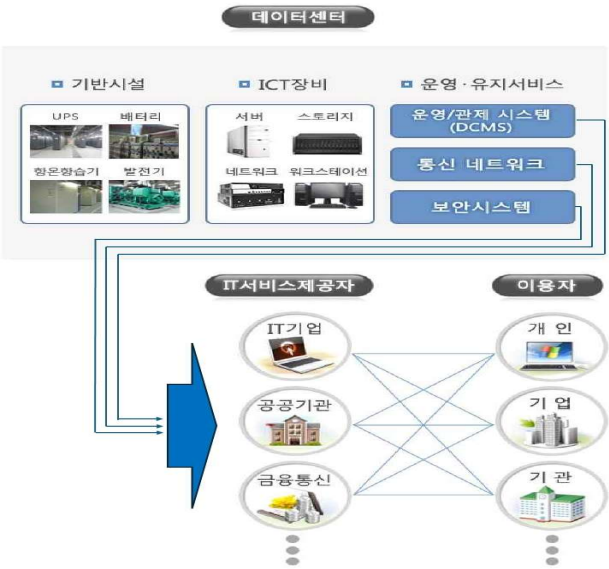


그림 4. 데이터 센터 구성 및 서비스 체계

데이터 센터는 산업의 특성상 기술 발전에 따라 계속 진화하는 특성이 있어서 지속적인 분류체계 고도화가 필요하다. 그러나 산업분류가 명확하지 않고 분류체계가 혼재되어 있어서 산업의 특성을 충분히 반영하지 못하는 한계가 존재한다. 따라서 데이터 산업의 가치사슬 및 생태계의 구조와 범위를 파악하여 데이터 센터 산업의 생태계를 재정의하고 산업 전반에 대한 실태 파악이 필요하다[16].

2. 디지털 트윈을 적용한 DCIM 솔루션

DCIM(Data Center Infrastructure Management) 시스템에서는 정보 수집 장치와 전송 장치를 포괄적으로 활용하여 통합 모니터링 DCIM 플랫폼에 접근할

수 있도록 다양한 유형의 모니터링 대상을 상호 연결할 수 있는 데이터를 수집한다. 즉, DCIM 시스템은 조직 내 IT 인프라, 운영 및 건물 시설 관리 기능을 통합하는 개념이다[17]. 그림 5는 DCIM 시스템의 구조를 나타낸다.

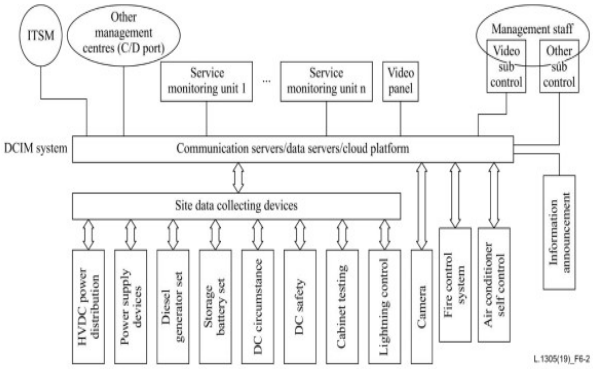


그림 5. DCIM 시스템의 구조(하위 시스템 포함)

DICM 솔루션은 데이터 센터의 IT 자원과 지원 인프라를 측정하고 모니터링하여 통합된 데이터 센터 인프라 관리를 지원한다. 이 솔루션은 온프레미스 또는 클라우드 기반의 서비스 소프트웨어(SaaS)의 형태로 제공될 수 있으며, 관리자에게 데이터 센터 성능에 대한 포괄적인 정보를 제공하여 에너지, 장비 및 물리적 데이터 센터 공간을 최대한 효율적으로 활용할 수 있도록 지원하는 것을 목표로 한다[18].

DCIM 솔루션의 가장 큰 특징은 디지털 트윈 기술을 활용하여 데이터 센터의 물리적 환경을 가상의 공간에 고정밀 3D 모델로 구현하고, 데이터 센터 내의 다양한 IT 자원(서버, 스토리지, 네트워크 스위치 등)과 설비(전력, 냉각, 공조, 보안 등 다양한 시설 장비) 인프라의 실시간 데이터를 연동해 가시화하는 것이다[19]. 이를 통해 모든 인프라 구성 요소를 통합하고 전반적인 영역에 대해 모니터링 및 통합 관리하여 데이터 센터 인프라 관리를 최적화하는 솔루션이다. 특히 데이터 센터 운영자는 데이터 센터 운영중 발생하는 다양한 정보(에너지 소비, 자산의 이동, 장애, 보안 등)를 실시간으로 모니터링하고, 최적화를 위한 예측 분석을 수행하고, 이를 통해 직관적인 데이터 센터 운영과 효율적인 관리가 가능하도록 지원한다. 그림 6은 DCIM 솔루션의 구성 및 개념을 보여준다.

그림 6. DCIM 솔루션의 구성 및 개념

3. DCIM 솔루션의 주요 기능

DCIM 솔루션은 다양한 설비 자원의 운영 정보, IT 자원의 물리적 위치 및 자산정보, 논리적 IT 자원의 운영 정보 및 서비스 정보 등 관련된 모든 정보를 수집하여 실시간으로 자원 관리, 연관 관계 관리, 예측·시뮬레이션 등의 기능을 제공한다.

가. IT 자원과 설비 인프라 관리 기능

실시간 전력 관리, 전력 가용성 관리, 실시간 온도 감시, 항온항습기 운영 현황, 누수 감시, 빙축열 관리, 비상 발전기 상태 감시 등이 가능하고 UPS, CRAC·CRAH, PDU 등 전력·냉방·공조 설비를 통합적으로 관리하여, PUE 지표 기반의 분석을 통해 에너지 효율을 극대화한다[20]. 또한. 출입·CCTV 실시간 감시, 화재 감시 등 개별 설비와 IT 자원의 위치 관리 그리고 관련된 모든 정보를 수집하여 실시간 관리한다.

나. 연관 관계(연결성) 통합 관리 기능

데이터 센터 내 모든 설비와 IT 자원의 연결은 한 플랫폼에서 통합 관리된다. 예를 들어, IT 자원의 전력 및 온도 분포 감시, IT 자원의 상면 분포(무게·집적도), IT 자원의 전력 연결 관계 관리, 전력 설비 IT 자원의 연결 관리, 핵심 IT 자원 전력 관리, 가용 에너지 관리 및 가용 IT 서비스 관리, 그리고 입주사별 전력 관리, 주요 설비 및 IT 자원의 보안과 안전 강화 등 데이터 센터 내 모든 설비 관리와 IT 자원의 연결을 통합 관리하여 영향 분석과 장애 대응을 빠르게 수행할 수 있도록 지원한다.

그림 7. 고정밀 3D 모델로 구현 예시

다. 예측 및 시뮬레이션 기능

다양한 설비와 IT 자원의 모든 정보를 수집하여 빅데이터를 제공하고 인공지능 기반의 분석, 딥러닝 기술 기반의 판단 및 예측을 수행하여 IT 자원 운영 관리(시뮬레이션, 재배치), 기존 IT 자원의 운영 효율성 분석 및 최적화, 과냉각 예측 및 자동 제어, 이상징후 생성 및 감시(예측 기반 이벤트 생성), 의사결정과 장애 판단 검증 등 다양한 기능을 제공한다.

그림 7은 디지털 트윈 시각화 기술을 활용하여 데이터 센터의 물리적 환경을 가상의 공간에 고정밀 3D 모델로 구현하고 실시간 데이터를 연동해 가시화한 DCIM 솔루션의 예시를 보여준다.

Ⅳ. 연구 방법

본 연구에서는 디지털 트윈 기술이 적용된 DCIM 솔루션의 개념과 특징을 연구하기 위하여 선행연구를 고찰하고 기술조사를 실행하였으며, 전문가 심층 인터뷰를 진행하였다. 인터뷰 이후 수집한 자료를 분석하여 핵심 범주를 도출하였고 SWOT 분석을 통해 DCIM 솔루션의 전망을 정리하였다.

1. 자료 수집 방법

DCIM 솔루션의 특징을 파악하기 위한 연구 방법으로 심층 인터뷰를 진행하였다. 심층 인터뷰는 하나의 일관된 주제에 대하여 깊이 있는 정보를 얻을 수 있으며, 해당 분야 전문가들의 다양한 시각으로 자료로 얻고 이 과정을 메모 또는 녹음하여 상세하게 분석할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 질적 면접인 심층 인터뷰 방법은 비구조화된 인터뷰 방식을 통해 반복적이면서도 융통성 있는 지속적인 연구가 가능하다[21].

가. 연구 대상

본 연구의 자료 수집을 위하여 데이터 센터 및 DCIM 솔루션 관련 전문가 집단을 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였다. 전문가 심층 인터뷰 대상자는 표 1과 같다.

표 1. 심층 인터뷰 대상

데이터 센터 및 DCIM 솔루션 관련 전문가 - 심층 인터뷰 대상 -						
ID	성별	연령	근무 지역	직책	경력	담당업무 (전문 분야)
1	남	50대	서울	그룹장	25년 이상	DCIM, 시각화 솔루션 컨설팅
2	남	50대	서울	부문장	20년 이상	영업
3	남	50대	서울	팀장	25년 이상	컨설팅
4	남	40대	서울	팀장	15년 이상	DCIM, FMS 컨설팅, 영업
5	남	40대	서울	팀장	15년 이상	DCIM 설계 및 기술지원
6	남	40대	서울	팀장	10년 이상	데이터 센터 유지 보수 관리
7	남	40대	서울	팀장	10년 이상	데이터 센터 프로젝트 매니저

심층 인터뷰 대상자는 해당 분야와 관련된 실무자를 대상으로 선정하였고, 인터뷰 결과의 전문성을 높이기 위하여 인터뷰 참석자를 10년 이상의 경력을 보유한 전문가들로 선별하였다. 2025년 12월 1일부터 2025년 12월 30일까지 대면 인터뷰와 전화를 병행하여 총 7명을 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였다.

나. 자료 수집의 주요 내용

본 연구는 DCIM 솔루션의 개념과 특징을 파악하기 위해 요구되는 DCIM 솔루션의 강점, 약점 또는 문제점, 사업의 기회, 위험 요소 또는 해결 과제 등을 종합적으로 탐구하고자 하였다. 이를 위해 데이터 센터 및 DCIM 솔루션 관련 전문가 집단을 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였고, 연구 목적에 맞춰 핵심 질문을 단순화하여 인터뷰의 집중도를 높였다.

DCIM 관련 산업에 종사하는 전문가 7명을 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였다. 반구조화된 면접 방식을 통해 핵심 질문의 틀은 유지하면서 참여자의 답변에 따라 후속 질문을 추가하여 참여자 중심의 대화를 유도하였고 주제에 대한 다양한 의견을 수렴하여 여러 관점에서 자료를 얻고자 하였다.

2. 자료 분석 방법

본 연구는 SWOT 분석을 활용하였다. 자료 분석 과정에서 핵심 질문을 문항별로 분류하였고, 인터뷰에 대한 문서 기록과 녹음된 파일을 분류 및 분석하였다. 특히 연구자의 주관적 견해로 참여자의 의견이 왜곡되는 것을 방지하기 위하여 직접적인 질문에 대한 답변에서 참여자 과반수 이상에게 공통되는 요소와 내용을 선별하여 결과를 통합하였다. 이를 토대로 DCIM 솔루션의 강점, 약점 또는 문제점, 사업의 전망, 위험 요소 또는 해결 과제 등에 대한 핵심 범주를 도출도록 의도하였다. 전문가 심층 인터뷰를 통해 분류된 분석 결과는 표 2와 같다.

표 2. 전문가 심층 인터뷰를 통해 도출된 분석 결과

Q1	1. 시각화를 통한 데이터 센터 관리를 지원하여 신속한 대응이 가능하다. 2. 다양한 IT 장비 및 설비 등을 체계적으로 통합관리가 가능하다. 3. 에너지 사용 가시화 및 최적화를 통해 에너지 효율 개선이 가능하다. <전문가 집단 100%의 의견>
Q2	1. 초기 투자 비용이 높아서 도입을 쉽게 결정할 수 없다. 2. 투자 대비 효과에 대한 불확실성이 존재한다. 2. 통합 과정에서 시스템 간의 연동이 어려운 경우가 발생할 수 있다. 3. 시스템 통합을 위해 지속적인 유지 보수가 필요하다. 4. 해당 분야의 전문 인력이 부족하다. <전문가 집단 86%의 의견>
Q3	1. 글로벌 시장 규모가 커지고 있어서 전망이 밝다. 2. 국내 데이터 센터 구축 수요가 증가하고 있다. 3. 다양한 비즈니스 모델이 출시되고 있다. <전문가 집단 86%의 의견>
Q4	1. 사이버 보안 위협의 증가로 데이터 보안과 안전 관리가 필요하다. 2. 솔루션 공급 업체에 따라서 운영 리스크가 증가할 수 있다. 3. 시스템 통합 오류 또는 설계 오류가 발생하면 운영 프로세스에 혼선이 발생할 수 있다. 4. 글로벌 에너지 효율 규제가 강화되면서 추가 비용을 유발할 수 있다. <전문가 집단 71%의 의견>

V. SWOT 분석 결과

기술 조사와 전문가 심층 인터뷰를 통해 수집된 자료를 바탕으로 DCIM 솔루션의 강점, 약점 또는 문제점, 사업의 기회, 위험 요소 또는 해결 과제 등에 대한 핵심 범주를 도출하였고, 연구 결과의 타당성을 확보하기 위해 교차검증을 실행하였다[22]. SWOT 요인 분석 결과는 표 3과 같다.

1. DCIM 솔루션의 강점(Strengths)

가. 시각화를 통한 종합 관리

DCIM 솔루션은 시각화를 통한 데이터 센터 관리를 지원하여 모든 자원의 정보와 상태를 종합적으로 볼 수 있어서 직관적이다. 이를 통해 관리자는 도출된

결과를 즉각적으로 판단·검증하여 신속한 대응이 가능하다[23].

표 3. SWOT 분석 결과

강점(Strengths)	약점(Weaknesses)
1. 시각화를 통한 데이터 센터 관리를 지원하여 모든 자원의 정보와 상태를 한 눈에 볼 수 있어서 직관적. 이를 통해 관리자의 신속한 대응이 가능. 2. 다양한 IT 자원과 기반 설비 인프라를 통합하여 자산 관리 체계에 따라 자원을 관리할 수 있도록 체계적인 통합관리를 지원. 이를 통해 운영 전반에서 안정성과 효율성 확보가 가능. 3. 에너지 사용 가시화 및 최적화를 통해서 에너지 효율 개선이 가능. 저비용, 고효율의 데이터 센터 관리가 가능.	1. 초기 투자 비용이 높아서 도입이 쉽지 않고 투자 성과가 가시적이지 않기 때문에 투자 대비 효과에 대한 불확실성이 존재. 2. 다양한 IT 자원과 설비 기반 인프라가 연결되어 데이터 수집 및 통합 과정에서 시스템 간의 데이터 정의와 형식을 표준화하기 어려운 경우 발생. 3. 시스템 통합을 위해 지속적인 유지 보수 관리가 필요하며, 운영 방식에 맞는 체계적인 관리 시스템 구축이 필요.
기회(Opportunities)	**위협(Threats)**
1. 연평균 성장률이 약 16.3%로 증가 예상되며, 2035년에는 글로벌 시장의 규모가 약 179억 달러를 넘을 것이라는 전망. 2. AI 데이터 센터 구축 수요가 증가하고 비용 효율성을 위한 클라우드형 DCIM 솔루션 활용이 가속화되어 판매 기회 확대 예상. 3. 클라우드 기반의 서비스 소프트웨어(SaaS형), 매니지드 서비스, 컨설팅·운영 최적화 서비스 등 고객에게 가치를 제공하면서 반복적으로 수익을 확보하는 수익성 비즈니스 모델을 기대.	1. 사이버 보안 위협의 증가로 데이터 보호 및 기술적·관리적 안전 조치 강화가 필요. 2. 특정 솔루션에 과도하게 종속되면, 장애 발생 시 큰 혼란을 예상. 펌웨어 취약점, S/W 업데이트 지원 중단, 버그 등 발생하는 운영 리스크 증가. 3. 배터리 관리 시스템, IT 서비스 관리, 구성 관리 데이터베이스, 네트워크·전력 장비 등 다양한 IT 자원과 설비의 통합이 미흡하거나 설계가 잘못되면, 데이터 불일치·이중 관리·운영 등에 혼선이 발생

특히 디지털 트윈 기술이 적용된 시각화 솔루션(2D, 3D)을 통해 데이터 센터의 지역(부지), 빌딩(건물), 전체 층·구역 등의 최적화된 공간관리를 지원하고 3D 실사 이미지 모델링 구현과 공간의 계층적 관리를 통해 모든 정보를 시각화하여 데이터 센터를 통합 관리할 수 있다. 그림 8은 DCIM 솔루션의 시각화를 통한 최적화된 공간관리의 예시를 보여준다.

그림 8. 시각화를 통한 최적화된 공간관리

나. 체계적인 통합 관리

DCIM 솔루션은 다양한 IT 자원과 기반 설비 인프라를 통합하여 자산 관리 체계에 따라 자원을 관리할 수 있도록 체계적인 통합 관리를 지원한다. 이를 통해 데이터 센터 운영 전반에서 안정성과 효율성 확보가 가능하다. 또한, 기존 IT 자원 또는 기반 설비 자원 중심의 영역별 감시 체계에서 서비스를 구성하는 자원 연결을 통해 전체적인 현황 파악을 위한 단일 뷰 확보가 가능하며, 연관 관계 정보를 통한 장애(이벤트) 영향도 관리가 가능하다. 특히 관리의 편의성을 고려하면 통합된 기술 플랫폼을 구축하여 BMS(빌딩 관리 시스템), PMS(전력 관리 시스템), EMS(에너지 관리 시스템)을 완전히 통합할 수 있으며, 하부 기기와 IT 기반 개방형 표준 기술을 통해 인터페이스의 단순화, 지능화된 관리 계획 도출 등이 가능하다.

그림 9. 시각화를 통한 IT 자원과 설비 인프라 관리

다. 데이터 센터 에너지 효율 개선

DCIM 솔루션은 에너지 사용 가시화 및 최적화를 통해 에너지 효율 개선이 가능하며, 저비용·고효율의 데이터 센터 관리를 실현할 수 있다. 과냉각 및 에너지 낭비에 대한 정확한 원인을 분석하고 최적의 IT 자원 관리 기능을 제공하여 최소한의 비용으로 안정적인 품질의 서비스를 처리할 수 있도록 지원하며, 전산유체역학(CFD) 분석, 전력 효율 지수(PUE) 절감을 위한 전기 및 기계설비 자동 제어 등 실시간 관리가 가능한 통합 모니터링 시스템 설계가 가능하다.

데이터 센터의 에너지 절감을 위해 가장 중요한 점은 에너지 소비 비중이 높은 공조 냉각 관리이며, 에너지 사용 가시화 및 최적화를 통해 저비용·고효율의 데이터 센터 운영 및 유지 보수 관리가 가능하다[24]. 그림 10은 DCIM 솔루션의 중요 데이터 및 이벤트 정보와 시스템 데이터를 시각화한 화면의 예시를 보여준다.

그림 10. 시각화를 통한 중요 데이터 및 이벤트 정보

2. DCIM 솔루션의 약점(Weaknesses)

가. 초기 투자 비용

국내 데이터 센터의 36%는 투자 비용에 대한 부담으로 신축 및 확장 계획이 없는 것으로 조사되었다[25]. 특히 DCIM 솔루션에 대한 초기 투자 비용은 매우 높아 도입이 쉽지 않고 투자 성과가 가시적이지 않기 때문에 투자 대비 효과에 대한 불확실성이 존재한다. 또한, 시스템 통합을 위한 비용과 유지 보수 비용이 지속적으로 발생한다. 이는 가장 큰 제약 요소로 인식되고 있다.

나. 데이터의 복잡성 증가

DCIM 솔루션은 다양한 IT 자원과 설비 기반 인프라가 연결되어 데이터 수집 및 통합 과정을 거친다. 이때 연동하려는 시스템 간의 데이터 정의와 형식을 표준화하기 어려운 경우가 발생할 수 있다. 따라서 제품의 신뢰성을 줄 수 있는 국내 인증 제도 도입과 데이터 표준화·규격화를 위한 정부 차원의 정책이 필요하다[26]. 또한, 다양한 IT 자원과 설비들의 상호 연동되도록 효율적인 방안 제시가 필요하다는 전문가들의 공통된 의견이 제시되었다.

다. 지속적인 유지 보수 필요

DCIM 솔루션은 시스템 통합을 위해 지속적인 유지 보수 관리가 필요하며, 운영 방식에 맞는 체계적인 관리 시스템 구축이 필요하다는 의견이 지배적으로 나타났다.

3. DCIM 솔루션의 기회(Opportunities)

가. 시장 규모 전망

비용 효율성을 위한 데이터 센터 구축의 수요가 증가함에 따라 DCIM 솔루션의 활용이 가속화되고 있으며, 환경의 변화와 디지털 전환을 수용하기 위한 기업의 관심이 점점 높아지면서 DCIM 솔루션의 채택이 증가하고 있다[27]. 전 세계 DCIM 시장의 규모는 2025년 약 39억 6,000만 달러로 평가되며, 연평균 성장률(CAGR) 약 16.3%로 증가하여, 2035년에는 약 179억 3,000만 달러를 넘을 것이라는 전망이 나왔다. 또한, DCIM 시장은 산업에 따라 BFSI(은행·금융서비스·보험 등), IT & Telecom, 헬스케어 및 생명과학, 정부 및 공공부문, 제조업 등으로 분류될 수 있으며, BFSI 산업은 2024년을 기준으로 약 24%의 점유율을 차지하였다[28].

나. 수익성 비즈니스 모델 전환 기회

DCIM 솔루션은 AI 데이터 센터의 구축 수요가 증가하고 비용 효율성을 위한 클라우드형 DCIM 솔루션 활용이 가속화되어 판매 기회가 확대될 수 있다. 더불어 DCIM 솔루션은 클라우드 기반의 서비스 소프트웨어(SaaS형), 매니지드 서비스, 컨설팅·운영 최적화 서

비스 등 고객에게 가치를 제공하면서 반복적으로 수익을 확보하는 비즈니스 모델을 기대할 수 있다.

4. DCIM 솔루션의 위협(Threats)

가. 데이터 보안 및 안전 위협

사이버 보안 위협의 증가로 데이터 보호 및 모든 기술적·관리적 안전 조치 강화가 필요하다. 특히 대량 데이터를 수집 및 분석하는 과정에서 데이터가 유출(해킹, 개인정보 유출 사고 등)될 경우, 아주 심각한 보안 문제가 발생할 수 있다. 따라서 데이터 암호화, 접근 제어, 프라이버시 보호 등 데이터 보안과 관련된 안전 조치를 마련하여 강력한 보안 시스템 구축이 필요하다[29, 30].

나. 운영 리스크

DCIM 솔루션은 특정 솔루션에 과도하게 종속되면, 장애 발생 시 큰 혼란과 다운타임이 발생할 수 있다. 특히 소프트웨어에 대한 의존도 증가로 인해 펌웨어 취약점 발생, API 취약점, 라이선스 문제, S/W 업데이트 지원 중단, S/W 버그 등 많은 위험 요소가 도사리고 있어서 안전하게 관리하고 운영하는 것이 필요하며, 문제 발생 시 발생하는 운영 리스크가 계속 증가될 수 있다[31]. 따라서 다양한 IT 자원과 기반 설비 인프라를 중앙 집중 방식으로 통합 관리할 수 있는 DCIM 솔루션은 많은 강점이 있음에도, 적절하게 유지 관리되지 않으면 심각한 위협을 초래할 수 있다.

다. 통합 및 설계 오류

DCIM 솔루션은 배터리 관리 시스템(BMS), IT 서비스 관리(ITSM), 구성 관리 데이터베이스(CMDB), 네트워크·전력 장비 등 다양한 IT 자원과 설비의 통합이 미흡하거나 설계가 잘못되면, 데이터 불일치·이중 관리·운영 프로세스 등에 혼선이 발생할 수 있다.

5. 분석 결과 관련 동향

최근 디지털 트윈 기술을 바탕으로 DCIM 솔루션과 인공지능, 클라우드 기술을 결합한 새로운 솔루션은 빅데이터를 기반으로 한 인공지능 기술이 활용하고 실시간으로 데이터를 분석하여 잠재적인 위험 징후를 사전에 예측 및 대응할 수 있어서 운영 효율성을 높일 수 있다. 또한, 인공지능 기술을 활용하여 사이버 위협으로부터 데이터를 보호할 수 있으며, 기존 IT 관리 도구와의 원활한 연결성도 보장하기 때문에 DCIM 솔루션의 약점과 위협을 보완하고 해결할 수 있는 기술들의 연구·개발이 잇따르고 있다[32]. 결론적으로, DCIM 솔루션과 인공지능 기술의 결합은 데이터 센터의 효율성과 안정성 그리고 지속 가능성을 혁신적으로 높일 수 있어 많은 기대를 받고 있으며, 발생 가능한 문제 해결을 위한 다양한 시도가 요구됨을 추론할 수 있다.

Ⅵ. 결론

본 연구는 디지털 트윈 기술이 적용된 DCIM 산업 분야 연구자들에게 기초자료를 제공함으로써 이론적 기반을 마련하기 위한 목적으로 수행되었다. 연구의 학문적, 실무적 공헌 및 시사점을 요약하면 다음과 같다.

첫째, 데이터 센터와 DCIM 산업 및 관련 기술이 그 성장에 비해 매우 부족한 연구 문제를 해결하기 위해 디지털 트윈과 DCIM 솔루션에 관한 이론적 고찰함으로써 디지털 트윈 기술이 적용된 DCIM 솔루션의 개념을 제시한 점이다. DCIM 솔루션의 개념은 단일 플랫폼에서 복잡한 환경을 안정적이고 효율적으로 통합 관리할 수 있는 통합된 미래형 플랫폼으로 계속해서 변화하고 있으며, 산업의 특성상 기술의 발전에 따라 계속 진화하는 특성이 있어서 그 개념과 특징을 파악하기가 어려운 상황이다. 이에 DCIM 솔루션에 대한 이론적 개념을 종합적으로 탐구하고 전문가 심층 인터뷰를 통해 핵심 범주를 도출하여 실무적 관점의 개념과 특징으로 설명함으로써 그 개념과 특징에 대한 이해도를 높이고자 하였다. DCIM 산업 분야의 연구 및 실무자들에게 개념을 명확하게 설명한 것으로 의의를 찾을 수 있다.

둘째, 본 연구에서는 DCIM 솔루션의 개념과 특징을 실무적 관점에서 파악하기 위해 전문가 심층 인터뷰 연구 방법을 사용하였다. 심층 인터뷰 연구 방법은 하나의 일관된 주제에 대하여 깊이 있는 정보를 얻을 수 있고, 해당 분야 전문가들의 다양한 시각으로 자료로

얻을 수 있는 연구 방법으로 적절하게 사용되었으며, SWOT 분석 연구 방법을 통해 핵심 이슈를 파악하기 위해 효과적인 프레임워크를 제공하였다. 향후 DCIM 산업 분야에서 전문가 심층 인터뷰와 SWOT 분석 연구 결과를 활용하고자 하는 연구자들에게 필수적인 참고 자료로 활용될 수 있을 것이다.

이상 제시한 긍정적인 시사점에도 불구하고 몇 가지 연구의 한계를 후속 연구를 통해 보완할 필요가 있다.

첫째, 본 연구에서는 DCIM 솔루션의 개념과 특징을 실무적 관점에서 파악하기 위해 전문가 심층 인터뷰 연구 방법을 사용하였으나 인터뷰 대상자 범위와 참여자 수가 제한적이기 때문에 관점의 다양성과 연구 결과의 정확성 그리고 일반화 가능성에 대하여 한계가 존재할 수 있다. 이에 따라 향후 연구에서는 해당 산업의 다양한 전문가를 추가 섭외하여 인터뷰 대상자의 범위를 늘리고 참여자 수를 대폭 확대할 필요가 있을 것이다. 더불어 향후 실증 연구를 통해 DCIM 솔루션에 대한 개념과 특징 그리고 기술 요소를 보다 명확하게 구분하고 이를 검증하여 연구의 객관성을 확보하는 것이 필요하다.

둘째, DCIM 솔루션의 핵심인 컴퓨팅 자원과 이를 연결하기 위한 네트워크 기술 그리고 이것을 구동하기 위한 전력망 구축 기술, 지속 가능성을 위한 신재생 에너지 기술, 안정적인 구동을 위한 냉각·공조 기술 등 기존 데이터 센터 산업의 생태계보다 훨씬 복잡한 기술적 난제들을 해결하는 다양한 후속 연구가 수행될 필요가 있을 것이다[33].

REFERENCES

[1] 최원기, 정영환, 이상신, “디지털 트윈 기술 동향”, *정보과학회지*, 제42권, 제3호, 36쪽, 2024년 3월

[2] 김용운, “디지털 트윈의 개념과 기술 및 산업 분야별 활용 사례”, *ICT플랫폼학회*, 제1권, 제1호, 35쪽, 2021년 5월

[3] 신윤성, “Big Data 기술 도입의 파급효과와 미래산업으로의 발전방안”, *산업연구원*, 26쪽, 2014년

[4] 국내 데이터센터 공급, 연평균 20.3% 증가(2025), https://www.hankyung.com/article/2025110543926 (accessed Feb., 26, 2026).

[5] 슈나이더, AI시대 DCIM 중요성 강조(2025), https://www.kharn.kr/news/article.html?no=27054 (accessed Feb., 26, 2026).

[6] 디지털트윈과 AI 융합, 한계는 어디까지?(2024), http://www.engjournal.co.kr/news/articleView.html?idxno=2730 (accessed Feb., 18, 2026).

[7] Parrott, A., and Warshaw, L., Industry 4.0 and the Digital Twin: Manufacturing Meets Its Match., Deloitte University Press, pp. 4-6, 2017.

[8] Michael W. Grieves, “Product lifecycle management: the new paradigm for enterprises“, *Int. J. Product Development,* Vol. 2, Nos. 1/2, pp. 77-79, 2005.

[9] 디지털 트윈 입문서(2023). https://wikidocs.net/219360 (accessed May., 15, 2025).

[10] Gartner Identifies the Top 10 Strategic Technology Trends for 2017(2016), https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2016-10-18-gartner-identifies-the-top-10-strategic-technology-trends-for-2017 (accessed Feb., 26, 2026).

[11] 박종현, 이용태, 김재철, 정우석, 이미숙, 홍상기, 조성균, 윤현진, 박대근, 임명은, 강현철, 문대성, 유상근, 연승준, “디지털 트윈 기술 보고서”, *한국전자통신연구원*, 5-13쪽, 2021년

[12] 한국과학기술기획평가원, 정보통신기획평가원, “과학기술&ICT 정책·기술 동향”, *과학기술정보통신부*, 제160호, 11-21쪽, 2020년 2월

[13] 가상 세계에서 만나는 진짜 세상, 디지털 트윈 - 주요국의 디지털 트윈 정책 동향을 중심으로), https://eiec.kdi.re.kr/publish/reviewView.do?ridx=18&idx=188&fcode=000020003600003 (accessed May., 16, 2025).

[14] 조진균, “데이터센터의 에너지 효율화 기술”, *설비저널,* 제41권, 제12호, 60쪽, 2012년 12월

[15] 송준화, 송명호, 박혜빈, 장선아, “데이터센터산업 생태계 활성화를 위한 실태조사 연구” *한국IT서비스산업협회*, xii쪽, 2018년 2월

[16] 송준화, 송명호, 박혜빈, 장선아, “데이터센터산업 생태계 활성화를 위한 실태조사 연구” *한국IT서비스산업협회*, 1쪽, 2018년 2월

[17] IITU-T L.1305, Data centre infrastructure management system based on big data and artificial intelligence technology, *International Telecommunication Union*, pp. 3, 2019.

[18] What is data center infrastructure management (DCIM)? (2025), https://www.techtarget.com/searchdatacenter/definition/data-center-infrastructure-management-DCIM (accessed Feb., 26, 2026).

[19] 디지털트윈·AI 기반 국산 DCIM 솔루션 개발…위

엠비이노그리드 협력 성과(2025), https://www.etnews.com/20251215000239 (accessed Feb., 26, 2026).
[20] 데이터센터가 '에너지 먹는 하마'라고? DCIM에서 답을 찾다(2025), https://watchtek.co.kr/company/news/view?boardIdx=78 (accessed Feb., 26, 2026).
[21] 권현진, "탐사보도 제작자가 본 정권의 언론통제에 관한 연구: 심층 인터뷰를 중심으로", 성균관대학교 석사학위 논문, 2012년 8월
[22] 노동조, "SWOT 분석을 통한 도서관의 경쟁력 제고 방안에 관한 연구: A대학교 도서관의 사례를 중심으로", *한국문헌정보학회*, 제40권, 제1호, 340-341쪽, 2006년 3월
[23] 물리적 환경 변화까지 구현하는 디지털 트윈), https://www.samsungsds.com/kr/insights/digital_twin_for_physical_environment.html (accessed Mar., 21, 2026).
[24] Kosuke Sasakura, Takeshi Aok, Takeshi Watanabe, "Study on Data Center Optimal Management by utilizing Data Center Infrastructure Management" *IEICE Tech. Rep.*, vol. 117, no. 491, pp. 40, 2016.
[25] 송준화, 문현영, 박혜빈, "데이터센터 산업 육성을 위한 기반조성 연구·조사" 미래창조과학부, 44쪽, 2015년 10월
[26] 송준화, 송명호, 박혜빈, 장선아, "데이터센터산업 생태계 활성화를 위한 실태조사 연구" *한국IT서비스산업협회*, 78쪽, 2018년 2월
[27] 윤대규, "AI 데이터센터를 위한 반도체 및 인프라 기술 동향", *컴퓨터월드*, 제503권, 제9월호, 140쪽, 2025년 9월
[28] 데이터 센터 구성 및 서비스 체계 (출처: 송준화, 송명호, 박혜빈, 장선아, "데이터센터산업 생태계 활성화를 위한 실태조사 연구" *한국IT서비스산업협회*, 11쪽, 2018년 2월)
[29] Cybersecurity challenges of digital twins: threats and security measures(2024), https://www.incibe.es/en/incibe-cert/blog/cybersecurity-challenges-digital-twins-threats-and-security-measures (accessed Mar., 21, 2026).
[30] 5 Top Security Features of DCIM Software(2018), https://www.sunbirddcim.com/blog/5-top-security-features-dcim-software (accessed Mar., 21, 2026).
[31] Navigating the Top Four Security Risks of Data Center Infrastructure(2024), https://modius.com/blog/navigating-the-top-four-security-risks-of-data-center-infrastructure (accessed Mar., 21, 2026).
[32] 유준구, "디지털 트윈(Digital Twin) 기술의 활용과 안보적 시사점", *세종정책브리프*, 제2025권, 제28호, 2쪽, 2025년 11월
[33] 윤대규, "AI 데이터센터를 위한 반도체 및 인프라 기술 동향", *컴퓨터월드*, 제503권, 제9월호, 140쪽, 2025년 9월
[34] 백으뜸,"나무의사 EMR 시스템을 위한 디지털 트윈 시스템 설계 및 구현,"*스마트미디어저널,* 제14권 제5호,26-33쪽, 2025년 5월
[35] 김소진, 김찬희, 김안나, 박현정,"디지털트윈 전시형 콘텐츠 개발을 위한 엔티티 기반 3차원 예술작품 데이터모델링 개선방안 연구,"*스마트미디어저널,* 제13권 제1호,86-100쪽, 2024년 1월
[36] 김민준, "텍스트마이닝을 활용한 빅데이터 기반의 디지털 트랜스포메이션 연구동향 파악," *스마트미디어저널*, 제11권, 제10호, 54-64쪽, 2022년 11월

저 자 소 개

류지성(정회원)

2021년 Vlerick Business School ELP 과정 수료.
2023년 단국대학교 산업경영학과 학사 졸업.
2026년 단국대학교 일반대학원 경영학과 석·박사 통합과정

<주관심분야 : 인공지능, 딥러닝, 디지털 트윈>

송인국(정회원)

University of Tennessee at Martin, Computer Science 학사.
The George Washington University, Information Management 석사.
The George Washington University, Information & System Manageme 박사.
2004년~ 단국대학교 경영학과 교수

<주관심분야 : IT비즈니스, 인공지능 솔루션, IS >