

불확실성 시대의 전략적 우위를 위한 디지털 공항 개발 연구

손세창
한서대학교 항공융합학부
e-mail: scsohn@hanseo.ac.kr

A Study on Digital Airport Development Plan for Strategic Advantage during the Era of Uncertainty

Sei-Chang Sohn
Division of Comprehensive Aviation Studies, Hanseo University

요약

공항산업은 고정비용이 높고, 외부 요인에 영향을 많이 받으며, 더우기 코로나 팬데믹에 가장 많은 피해를 받은 산업이다. 향후 공항 운영환경도 극심한 변화가 예측되므로, 지속가능한 성장을 위해서는 디지털 트랜스포메이션을 통해 공항을 변화시켜, 예측하며, 선제적인 대응 방안을 찾아내어 공항을 운영하여야 한다. 이를 위해 타 산업에서 활용하고 있는 형상관리 모델과의 유사성을 파악하여 이를 이용하여, 디지털 트윈, 인공지능을 활용한 데이터과학 등으로 개발된 디지털 트랜스포메이션이 된 공항, 즉 디지털 공항 개발 방안을 도출하여, 불확실한 시대를 예측하며 운영 탁월성, 고객 최우선 하는 디지털공항 개발 방안을 제시하였다.

1. 서론

공항은 넓은 지역에 활주로 등 대규모 토목 구조물, 여객터미널 등 건축구조물, 수하물 처리시설 등 다양한 시설과 설비로 구성되어 있고, 이러한 제한된 자원을 가지고 항공기를 중심으로 안전, 보안과 관련된 복잡한 운영을 하면서, 여객 등 고객들의 요구와 니즈를 모두 만족시켜야 하는 복잡한 업무 활동이 이루어지는 곳이다.

또한, 공항산업은 속성장 고정 비용이 많이 들고, 다른 성장 산업과 비교하면 수익성도 낮은 측면이 있으며, 또한 유가 등 외부 요인에 영향을 많이 받는 취약한 산업이다. 특히 공항산업은 코로나 팬데믹으로 가장 큰 타격을 받은 분야 중 하나이며, 코로나 팬데믹에서 어느 정도 벗어나려고 하는 가운데 등장한 급격한 인플레이션, 전쟁 등으로 인한 정치, 경제의 불안정한 상황에서 변화가 극심하여, 향후 국제적인 경기침체의 예상으로, 공항 운영을 위한 방향 설정 등 전략적인 경영이 어려운 실정이다. 이러한 상황은 불확실한 상황은 앞으로도 계속될 것으로 판단된다.

그러나, 향후 공항 운영에 예측이 어려워 선 투자를 하지 않는 경우, 시설, 설비 확장, 개선에 시간이 오래 걸리므로 지속적인 성장을 해나가기 어려울 수 있으며, 팬데믹 등 중대한 이벤트에 대응을 선제적으로 하지 못할 경우, 그 피해가

심각했던 사례를 경험하였다. 코로나 팬데믹 기간 중에도 예측 능력이 있는 공항들은 혁신을 위한 선 투자를 하여, 현재 증가하는 여행객을 수용할 수 있게 되었다.

이러한 환경 하에서 지속 가능한 성장을 위해, 효과적으로 공항을 운영하려면, 4차 산업혁명시대 혁신기술을 적극적인 적용이 필요할 것이며, 이를 효과적으로 추진하는 방법이 공항 간 경쟁에 있어서 중요한 화두가 될 것이다.

2. 본론

2.1 문헌 검토

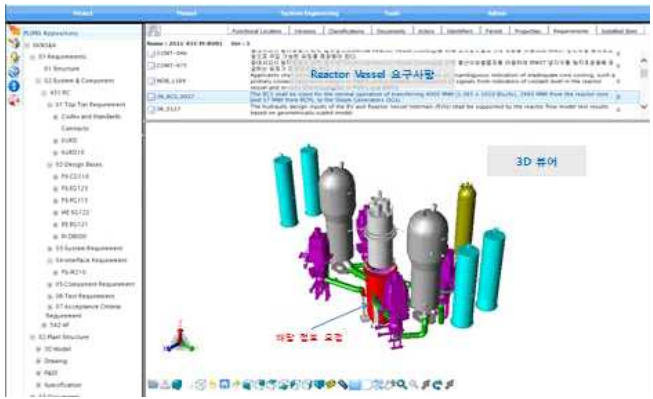
팬데믹 이후, 더 가속화 되고 있는 디지털 트랜스포메이션(이하 DX)은 디지털 세계에서 기술뿐만 아니라 비즈니스 트랜스포메이션으로, 새로운 기술을 적용하는 것과 기존 기술, 프로세스 및 서비스의 통합 모두를 포함하는 것이다. 디지털공항은 DX 맥락 하에, BIM의 가상모델과 디지털 트윈의 연결성(IoT, 드론, VR/MR, 오픈 데이터 등)과 데이터 과학(AI/ML)을 근간으로 구축된 것으로 볼 수 있다[1]. ([그림 1] 참조)

또한, 기술적인 측면에서도 토목구조물, 건물 인프라와 관련 데이터베이스 등으로 대규모 저장장치가 필요하며, 자산/시설관리, 시설 운영, 엔지니어링 및 유지보

수 부서 등을 포함한 모든 업무 분야는 디지털 공항모델의 디지털 자산관리로 인한 혜택을 받을 것이며, 이러한 환경에서 협업이 되는 것으로 제시하고 있다.[1]

이미 원자력 발전소 등 플랜트 엔지니어링 분야에서는 형상관리 모델로 원전을 관리하고 있다. 여기서 형상관리란 1950년대 미국 국방성에서 시작된 개념으로서, 원전산업에 있어 일반적으로 발전소의 구조물, 계통, 기기 (Structure, System, Component; SSCs)에 대한 3요소 (설계요건, 물리적형상, 형상정보)의 특징을 규명하고 일치성을 유지시켜주는 프로세스로 정의되고 있는데, 설계된 대로 작동·유지될 수 있도록 안전성 및 신뢰성을 제공하기 위한 활동으로 중요성이 강조되었다. 원전에서 형상관리 기법이 변경관리, 요건관리, 정보관리, 인터페이스관리 등으로 되어있다[2].

또한, 원전분야 연구기관에서는 원전 생애주기 관리 및 형상관리와 관련하여, [그림2]와 같은 원전 생애주기 통합정보관리시스템(PLIMS, Plant Lifecycle Information Management System)라는 국제표준 기반 데이터웨어하우스를 기반으로 원전 생애주기 동안에 생성되는 설계 및 각종 엔지니어링 정보를 체계적으로 관리할 수 있는 통합정보관리시스템을 구축하였다. 이는 장기간 원전 운영 동안에 발생하는 생애주기 정보를 통합하고 원전 형상관리를 수행할 수 있도록, 플랜트 3차원 CAD 시스템과 데이터베이스를 활용하여 형상관리 수행에 필요한 정보를 관리체계를 개발한 것이다[3]. 여기서 플랜트 3차원 CAD시스템은 현재 공항분야 시설 운영용 BIM과 거의 같은 시스템이며, 보다 정확한 속성 데이터를 가진 시스템으로 볼 수 있다. 즉 이는 모두 가상화 모델로 볼 수 있으며, 이는 보다 정확하게 표현하자면 정적 형상관리모델로 볼 수 있다. 전술한 디지털공항 모델과 비교하여 차이가 있는 부분은 디지털 트윈(연결성)과 데이터과학분야로 볼 수 있다.



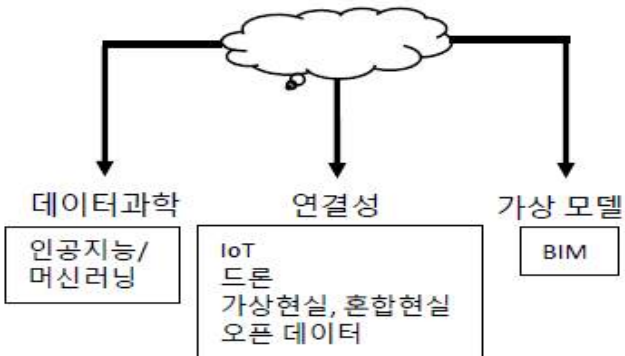
[그림 2] 생애주기 정보를 포함한 PLIMS GUI-3D

공항 사업과 물류 환경의 복잡성을 해결하기 위해, 몬트리얼-트뤼도 국제공항(YUL)에서는 DX 개념 하에 하이브리드 클라우드 기술 등 가용성이 높고 안정적이며 탄력적인 정보 기술(IT) 운영 프레임워크 하에 우선 순위를 가지고 추진되어야 하는 것으로 제시하고 있다[4].

또 다른 시각에서 승객의 급격한 증가 시, 물적 자원 제약으로 인한 수용 능력 제약을 해결하기 위해서는 DX를 추진해야 하며, 이를 체계적으로 추진하는 방안으로 정보에 입각한 결정, 운영을 최적화시키게 하는 실시간 데이터를 사용하는 데이터 중심 생태계를 만드는 실시간 공항 개념 도입도 제시되고 있다.[5] 이 실시간 공항의 4가지 핵심 구성요소로는 통합 계획, 자동화 운영, 디지털 트윈과 예측 정비이며, 실시간 공항은 결국 디지털 트윈으로 구현이 되는 것으로 사료된다[5].

디지털공항 모델 구성요소 중, 디지털 트윈과 데이터 분석과 관련하여 만일 데이터가 부분적이거나, 오류가 있거나, 누락되는 경우 데이터 다운타임이 생겨 디지털 트윈이 작동할 수 없는 경우도 예측될 수 있어, 이에 대한 인과관계를 머신러닝 오픈버릴리티로 찾아내어야만 하는 중요한 문제도 있으며 [5], 더 나아가 시뮬레이션을 통해 미리 다가올 문제를 예측하는 것도 필요하다.

최근 코로나 팬데믹에 대한 큰 사건에 대한 예측, 대처도 어려웠으며, 팬데믹 이후에서 대응도 달라지고 있다. 즉 최근 코로나 팬데믹은 승객이 장비와 기기 접촉을 제한하게 고안된 기술에 관심이 집중되었고, 크게 성장하였다. 이제는 생체 데이터 보안 기술과 같은 비접촉식 기술들은 팬데믹 뿐만 아니라 더욱 개선된 고객 처리 서비스에 제공될 수 있다. 그동안 많이 투자해 왔던 셀프서비스 체크인 기기나 셀프서비스 백드롭 기기 터치스크린 기기에 접촉도 꺼려할 수 있는 상황이다. 휴대폰 단말기를 이용하던지, QR 코드를 사용할 수 있으나[7], 중요한 것은 언제, 어떤 방식을 개발할 것인지, 미리 변화들을 예측하여 대응하는 것이 필요한 시점이다.



[그림 1] 디지털공항 발전의 핵심[1]

여행업계도 DX 추진은 어렵지만, 관련한 신기술을 습득하고 있으며, 초이스 호텔의 경우 데이터 센터 운영을 종료하고, 클라우드 네이티브 환경으로 가기 위해 클라우드로 모든 운영을 전환한 사례로 있다[8].

2.2 디지털공항 개발 방안

공항은 정상 운영 시, 안전과 보안을 근간으로 무중단의 원활한 운영을 하면서, 팬데믹과 같은 위기 상황도 대비하여 잘 대처하여야 하며, 이 위기를 지나고, 회복 시에도 정상 시와 같이 효율적인 공항 운영과 탁월한 고객 경험을 줄 수 있는 지속가능한 경영을 하여야 한다. 이를 달성하기 위해서는 종래 전통적인 공항이 아닌, DX를 통해 전체 공항 업무가 탈바꿈되어야 하고, 이를 4차원 혁명 기술을 적용하여 이를 구현하여야 한다.

공항 업무 측면에서는 DX를 시작할 경우, 고객 이해 및 파악, 공항 운영 프로세스의 전체적인 프로세스 분석에서 도출되는 관리, 운영 분야 혁신이 이루어져야 한다. 최근 4차 산업혁명에 따른 자율주행 등 다수 분야의 기술 폭발을 수용하여야 하며, 여객 경험과 관련하여서는 여행과 관련된 여행 전 계획단계, 여행, 여행 후 등에 대한 분석이 심층적으로 이루어져야 하며[4], 공항은 코로나 팬데믹 기간에 로봇, 비대면 등 여러 가지 기술을 적용하였으며, 고객들은 이러한 기술을 사용하면서 최신 기술 사용에 적응되어, 고객을 편리하게 하는 더 많은 최신 기술 사용을 요구할 것으로 예측된다.

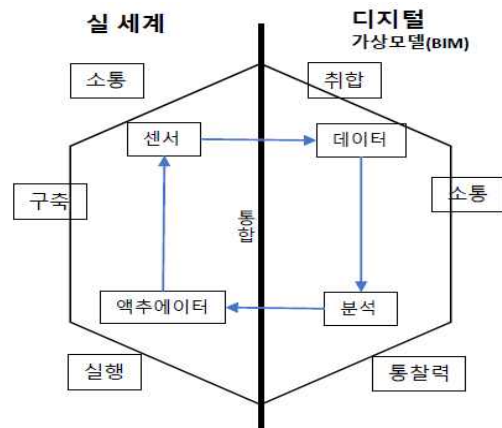
공항 상황에 따라 많이 다를 수 있으나, 몬트리얼-트뤼도 국제공항(YUL) 사례와 같이, 인력과 자산관리 측면, 운영 흐름 관리, 고객경험과 관련된 수익관리, 공항 용량 최적화 등으로 구분한 DX가 먼저 추진되어야 한다[4]. 이에 따라, 공항 업무를 지원하는 여객지원시스템, 수하물 처리시스템, 에어사이드 시스템, 안전 및 보안 시스템, 시설관리 유지보수시스템, 공항관리시스템(ERP), 여객 경험관리시스템(CRM, 홈페이지, 앱, 키오스크 등)에 대한 구체적 분석을 통해 전면적인 변화가 되어야 한다. 그런데 중요한 점은 DX를 통해, 현재 상황을 단순 모니터링뿐만 아니라, 예측 가능성을 도출할 수 있고 지속적인 프로세스 시뮬레이션을 할 수 있는 시스템을 활용하여, 향후 이벤트에 대한 큰 틀을 잡아가야, 미래 큰 변화에 대한 전략적 대응이 가능하다. 조직도 우선순위를 구분하여 조직 내에 모델에 대한 적용을 해나가면서 확장해 가야 할 것이다.

선행 논문을 검토에 따르면, DX를 추진하여, 디지털 트윈, 가상모델, 데이터 과학을 활용하는 공항을 디지털 공항이라고 하였다[1]. 특히 가상모델을 BIM 모델을 활용할 수 있는데, 이는 대부분 공항들이 공항 개발 시, 구축단계 목적에 따

라, 설계용, 시공용, 운영 및 유지보수용 BIM을 구축하고 있으므로 적용이 가능한 것으로 판단된다. 앞선 문헌 검토에서와같이 운영/유지보수용 BIM은 원전산업에서 활용하는 플랜트 3차원으로 구축한 원전 생애주기 통합정보관리시스템(PLIMS, Plant Lifecycle Information Management System)과 유사하게 볼 수 있다[3].

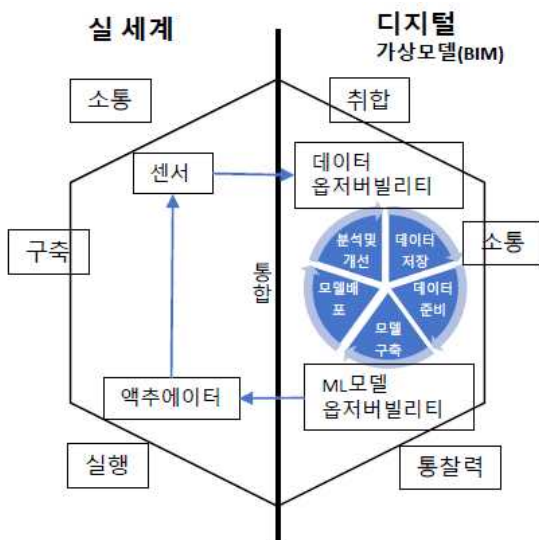
원자력 발전소에서 특별히 안전 문제를 중요시하여, 규제 기관이 규정에 따라 확인하기 위하여, 현재 상태가 관리되고 있다는 것을 입증하기 위해 사용되는 용어가 형상관리(Configuration Management) 또는 구성관리인데 이를 엄격히 관리하고 있다. 이 용어는 IT 업계에서도 사용되는데, 이는 전 생애주기에 걸쳐 소프트웨어 제품과 이의 개발 프로세스가 품질요건에 부합하도록 관리한다는 의미인데, 원자력발전 산업 수준만큼 원가 및 공정관리까지의 연계성은 구현되지 않고 있다[2]. 물론 형상관리에는 디지털 트윈, 가상모델과 데이터과학이 통합화된 디지털 공항과는 달리, IoT 기술이 적용된 디지털 트윈, 데이터과학이 빠져 있으나, 용어 정의상, 공항산업에서 형상관리는 디지털 트윈, 가상모델, 데이터과학을 포함한 것으로 가정한다.

이런 측면에서 형상관리는 계속 IoT를 통해 정보가 소통되므로 동적 형상관리모델로 볼 수 있다. 이 모델에서, 디지털 트윈 기술은 물리적인 물체나 시스템을 디지털로 표현한 것으로, 현실 대상의 데이터를 수집하는 센서로부터 신호를 받아서 발생한 문제를 해결하고, 또는 발생 가능한 문제를 예방 조치 등의 피드백을 할 수 있다. 동적 형상관리모델에서 디지털트윈을 통해 물리적 객체와 프로세스를 실시간으로 가상세계로 투영하여, 데이터를 제공함으로써, 각 실제 시설, 설비의 모니터링과 제어를 할 수 있게 할 수 있다. 특히 가상모델 구축 수준에 따라, 모델 컴포넌트에의 적용 수준, 즉 정밀도는 다를 수 있어, 디지털 트윈과 연결해서 사용 시, 실제 물리적 세계와의 일치성은 부족할 수 있다. ([그림 3] 참조)



[그림 3] 디지털공항 동적 형상관리모델 1단계[1]

머신러닝 모델(이하 ML모델)을 만들어 분석할 때 데이터가 편향되거나, 중복되는 문제 발생하는 경우 신뢰도 저하 및 실험의 무결성이 손상된다. 중요한 모델인 경우에 수익 저하 또는 잘못된 의사결정까지 이를 수 있다. 이를 방지하기 위해, 데이터에 대한 옵저버빌리티(Observability)를 시행하여 데이터의 모든 오류를 막아야 하며, ML모델에 대한 옵저버빌리티를 통해 데이터 품질, 모델 성능에 대한 통찰력을 가지고 운영하여야 한다.[6] 옵저버빌리티를 더 발전시켜, 프로세스 중심의 이벤트 데이터를 해석하려는 방법론인 프로세스 마이닝을 활용하여, 전략적인 차원에서의 프로세스 옵저버빌리티를 분석하여 전체 업무 프로세스 관점에서 건강 상태를 보고 여러 시스템에 걸쳐 End-to-End 실시간으로 분석을 하여 전반적인 대안을 찾아내도록 하여야 한다.



[그림 3] 디지털공항 동적 형상관리모델 2단계

이러한 개념을 적용하여, 디지털 공항을 동적 형상관리모델 1단계([그림 3] 참조)로 구축하여, 가동하면서 점진적으로 2단계([그림 4])로 발전해 나가야 할 것으로 사료된다.

3. 결 론

코로나 팬데믹 시 경험과 같이, 준비되지 않은 상태에서는 대응이 어려웠고, 상당한 시간이 경과한 후에 방법을 찾아내었다. 현재와 같이 변화가 극심하여 예측이 어려운 시기일수록, 디지털공항 동적 형상관리모델에서 미리 이벤트에 대한 인공지능 분석을 하는 디지털 공항을 구축하여, 팬데믹과 같은 대형 이벤트가 발생하면, 분석하여, 항공 여행의 안전에 대한 심각한 대중의 우려를 먼저 우선순위로 파악하고, 이를 대처하기 위해 정부, 공항, 항공사들과 소통하여, 우선적으로 여객의 두려움을 진정시키는 솔루션을 선제적으로 찾도록 주도

하는 비상 상황 대응 설계를 하게 하여야 한다.

그에 따라 팬데믹 이벤트 발생 시 공항 환경의 비접촉(touch-less) 기술 적용 등이 신속하게 조치되도록 하여야 한다. 결국, 디지털화를 통한 자동화, 인공지능의 적용 등 4차 산업혁명시대 혁신기술에 적극적 대응으로 선도적 전략적 우위성 확보 차원에서 운영 탁월성, 고객 최우선을 달성하기 위해서, 디지털 공항 구축은 필수적이다. 본 논문은 이에 대한 실제적인 큰 그림을 제시한 것에 의의가 있으며, 부문별 시험시스템을 구축 등 후속 연구가 이루어져야 하며, 더욱 큰 범위의 시뮬레이션용 형상모델 등으로 계속 발전해 나가야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] PATRÍCIA PEREIRA OLIVEIRA, Digital twin development for airport management JOURNAL OF AIRPORT MANAGEMENT VOL. 14, NO. 3, 246 - 259 SUMMER 2020
- [2] 강미연, 정영수, "원자력발전소 형상관리 적용을 위한 Frame-work 및 생애주기단계별, 관리기법별 기능리스트 도출", 한국건설관리학회 논문집 제16권 제3호 2015년 5월
- [3] 안경익, 류동수, 이원형, 변수진, "원전 생애주기 통합정보 관리시스템 개발", 2013 한국 CAD/CAM 학회 하계 학술대회 논문집
- [4] AYMERIC DUSSART, "An airport approach to digital transformation", JOURNAL OF AIRPORT MANAGEMENT VOL. 15, NO. 3, 235 - 243 SUMMER 2021
- [5] ALAN NEWBOLD, "Transforming a functional airport to a smart, digital one", JOURNAL OF AIRPORT MANAGEMENT VOL. 14, NO. 2, 106 - 114 SPRING 2020
- [6] Barr Moses, Aparna Dhinakaran, "Beyond Monitoring: The Rise of ML Observability", montecarloata.com, August 2, 2022
- [7] HUNTER S. FULGHUM, "Touchless technologies in the airport environment", JOURNAL OF AIRPORT MANAGEMENT VOL. 16, NO. 1, 18 - 24 WINTER 2021 - 22
- [8] Skift/AWS, "INVESTING IN THE TRAVELER EXPERIENCE OF THE FUTURE", THE 2022 DIGITAL TRANSFORMATION REPORT