

스마트 제조혁신을 위한 보호필름 공정 제조데이터의 활용모델 설계 (The Design of Application Model using Manufacturing Data in Protection Film Process for Smart Manufacturing Innovation)

차병래****, 박선****, 이성호*, 신병춘**, 김종원***

(ByungRae Cha, Sun Park, Seong-ho Lee, Byeong-Chun Shin and JongWon Kim)

요약

세계 제조업은 장기적인 경기침체, 노동 원가 및 원자재 가격 상승으로 성장 한계에 봉착하게 되었으며, 이에 대한 해결방안으로 ICT와 센서 기술을 바탕으로 제조업의 4차 산업혁명을 진행하고 있다. 이러한 흐름에 따라 화학 산업에서의 스마트공장 보급 확산과 스마트제조 기술 향상을 위해, 본 논문은 스마트 제조혁신을 위한 보호필름 공정 제조데이터 활용모델의 설계를 제안한다. 보호필름 공정 중에서 원료 배합 및 교반, 압출, 그리고 검수 공정에 대해서 온도, 압력, 습도, 그리고 동영상 및 열화상의 제조 데이터를 획득한다. 또한 획득된 제조 데이터는 대용량 스토리지에 저장되며, AI 서비스에 의한 시계열 및 이미지 분석과 시각화가 진행된다.

■ 중심어 : 스마트 제조혁신 ; 엣지 컴퓨팅 ; 스토리지 ; 인공지능

Abstract

The global manufacturing industry has reached the limit to growth due to a long-term recession, the rise of labor cost and raw material. As a solution to these difficulties, we promote the 4th Industry Revolution based on ICT and sensor technology. Following this trend, this paper proposes the design of a model using manufacturing data in the protection film process for smart manufacturing innovation. In the protective film process, the manufacturing data of temperature, pressure, humidity, and motion and thermal image are acquired by various sensors for the raw material blending, stirring, extrusion, and inspection processes. While the acquired manufacturing data is stored in mass storage, A.I. platform provides time-series image analysis and its visualization.

■ keywords : Smart Manufacturing Innovation ; Edge Computing ; Storage ; Artificial Intelligence

I. 서론

화학 산업은 국가 기간산업으로 농업, 자동차, 건설 등 많은 최종 제품 시장의 중간재를 만드는 기반산업이다. 따라서 화학 산업의 변화는 많은 다른 산업에 파급효과를 일으킬 가능성이 큰 분야이다. 국내 화학 산업의 생산규모는 2014년 기준 약 238조원으로 제조업의 16%이며, 사업체 수는 3만 3천여 개, 고용 인력은 2016년 기준 피보험자수 50만 명에 이르고 있다. 하지만, 최근 화학 산업 인력이 매년 증가함에도 불구하고 산업기술 인력 부족현상이 지속되고 있다.

이에, 산업기술인력 부족현상 해결을 위한 인력 수급 방안과 함께 스마트공장 보급 확산이 시급하다. 화학 산업의 스마트공장 보급 확산 필요성은 '전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 제조업'(24.8%), '자동차 및 트레일러 제조업'(14.7%) 다음으로 높은 필요성을 가지고 있다. 화학 산업은 이렇게 스마트공장 보급 확산이 필요한 업종임에도 불구하고, 현재 보급률은 1.3%로 매우 미미한 실정이며, 다음의 [표 1]은 주요업종별 스마트공장 보급률을 보여주고 있다.

한편, 세계 제조업은 장기적인 경기침체, 노동 원가 및 원자재 가격 상승 등으로 성장 한계에 봉착하게 되었으며, 이에 대한

* 정회원, 제노테크(주),

** 정회원, 전남대학교 수학과,

*** 정회원, 광주과학기술원 정보통신공학부

※ This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Science, ICT and Future Planning (2017R1E1A1A03070059).

접수일자 : 2019년 08월 07일

수정일자 : 1차 2019년 09월 19일

게재확정일 : 2019년 09월 19일

교신저자 : 차병래, e-mail : brcha@nm.gist.ac.kr

해결방안으로 ICT와 센서 기술을 바탕으로 제조업의 4차 산업 혁명을 진행하고 있다. 특히, 최근 제조업은 짧아지는 제품수명과 빨라지는 신제품 출시주기, 소비자의 높은 기대수준을 맞추기 위해서 개인화된 제품생산과 신제품 출시가 가능한 스마트 제조를 목표로 진행하고 있다.

표 1. 주요업종별 스마트공장 보급률

구분	자동차	전자 부품	기계 장비	화학 제품	섬유 제품	금속 가공	전체
보급률	9.8%	1.9%	1.4%	1.3%	1.0%	1.2%	1.5%

화학 산업에서의 스마트공장 보급 확산과 스마트제조 기술 향상을 위해, 본 논문은 스마트 제조혁신을 위한 보호필름 공정 제조데이터 활용모델의 설계를 제안하고자 한다. II 장에서는 스마트제조 국내의 동향과 관련 기술들을 살펴보고, III 장에서는 스마트 제조혁신을 위한 보호필름 공정의 제조데이터 활용 모델을 제시한다. IV 장에서는 보호필름 공정의 활용 방안과 예제를 서술하며, 마지막으로, 결론 및 향후 연구방향을 기술한다.

II. 관련 연구

1. 스마트제조 해외 동향

스마트제조 선도국인 미국, 독일, 일본 등은 사람, 기계설비, 공장 등 모든 사물을 네트워크로 연결하는 초연결 통신기반의 글로벌 표준을 선점하고 있으며, 사물인터넷(Internet of Things, IoT), 사이버물리시스템(Cyber Physical System, CPS), 빅데이터와 인공지능, 로봇 등을 연계한 시너지 효과를 살리면서 자국의 강점을 기반으로 글로벌 표준을 전략적으로 구축하고 있으며, [그림 1]은 스마트제조 선도국들의 정책을 보여주고 있다.



그림 1. 스마트제조 선도국의 정책

독일은 첨단기술전략(High-Tech Strategy) 2020을 수립하고 제조환경변화에 대응하기 위한 인더스트리 4.0으로 민·관·학 프로젝트를 추진하고 있다.

미국은 미국 정보 주도의 첨단 제조능력 확보를 목표로 범국가 차원의 연구개발 컨소시엄 “스마트제조 선도기업 연합(Smart Manufacturing Leadership Coalition, SMLC)”을 발족하여 스마트제조 활동기반 조성을 진행하고 있다.

일본은 소사이어티 5.0을 목표로 ‘기술혁신종합전략’과 ‘일본 부흥전략’ 일환으로 “전략적 혁신창조 프로그램(SIP)”과 “혁신적 연구개발 지원 프로그램(ImPACT)”의 두 축으로 스마트제조를 발전시키고 있다.

중국 정부는 중국 제조 2025를 목표로 제조혁신센터 구축, 스마트제조, 첨단장비 혁신을 달성하기 위하여 매년 연구개발 투자액을 증가시키고 있다.

2. 스마트제조 국내 동향

한국의 스마트제조기술은 이 분야 최고 기술 보유국인 미국의 70% 수준에 불과하며, 미국과의 기술격차 기간도 2년 이상 뒤쳐진 것으로 나타났으며, 이에, 우리 정부는 ‘스마트제조기술 연구개발(R&D) 로드맵’을 마련하고, 스마트제조 기술 개발을 중점적으로 진행하고 있다. 다음의 [그림 2]는 스마트제조 기술에 대해 미국 및 다른 스마트제조 선도국과의 기술격차가 얼마만큼 되는지 보여주고 있다.

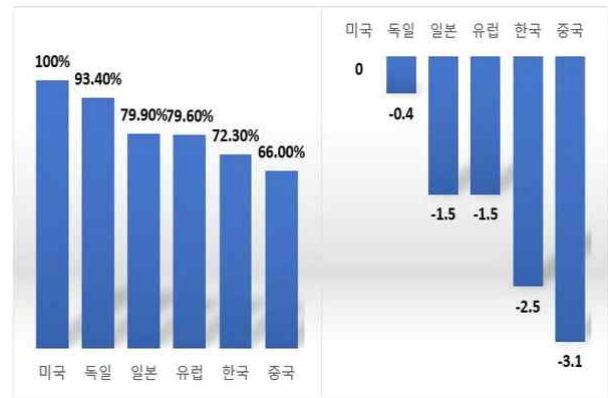


그림 2. 스마트제조 기술 격차

특히, 우리 정부는 제조업·IT융합을 통한 생산현장, 제품, 지역생태계의 혁신을 목표로 ‘제조업 혁신 3.0 전략’(2014), ‘스마트 제조혁신 비전 2025’(2017) 등을 마련하여 정책을 추진하고 있다. 위의 [표 2]는 제조업 혁신 3.0 전략의 추진과제를 보여주고 있다.

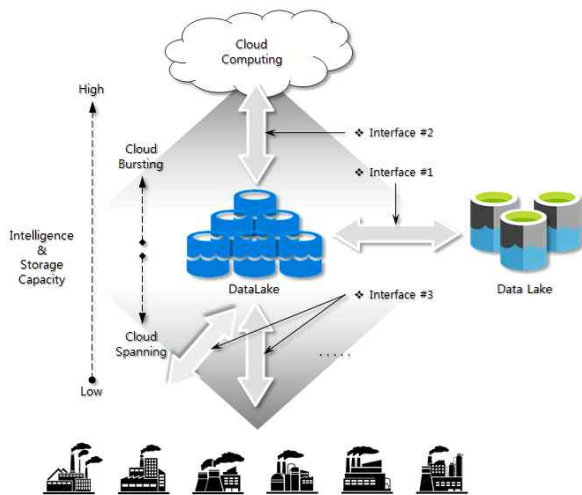
표 2. 제조업 혁신 3.0전략 추진과제

추진전략	세부과제
스마트공장 확산	<ul style="list-style-type: none"> 2020년 스마트공장 1만개 육성 8대 스마트제조기술 개발
창조경제 신산업 창출	<ul style="list-style-type: none"> 고속 수직이착륙 무인기 개인맞춤형 건강관리시스템 극한환경용 해양플랜트 등
지역 산단 스마트화	<ul style="list-style-type: none"> 17개 지역 산단 혁신 생활문화기반 구축 지역특화산업 대기업 주력분야 연계
사업재편촉진·혁신조성	<ul style="list-style-type: none"> 스마트 자동차 등 융합 신제품 인허가 페스트 트랙 활성화 및 시범 특구 도입

3. CDA & EdgeX

제조데이터 활용 모델을 위한 스토리지 클러스터 기반 Data Lake Framework[1, 2, 3]의 Connected Data Architecture 개념은 물리적으로 분할된 다양한 스토리지들(Cloud Storage, Data Center, micro-Storage 등)을 소프트웨어에 의해 논리적으로 묶을 수 있다는 것이다. 추상적으로 인터페이스라 명명하며, 구현 측면에서는 다음의 [그림 3]과 같이 3가지 형태의 인터페이스를 정의 및 설계한다[4, 5].

- DataLake와 DataLake 간의 Interface #1
- DataLake와 Cloud Storage 간의 Interface #2
- DataLake와 micro-Storage 간의 Interface #3



- Data Lake : General Concept
- DataLake : Concept by GenoTech

그림 3. Connected Data 개념의 인터페이스

DataLake Framework의 CDA 개념의 사용 케이스들로는 Interface 사례별로 각각의 제약 사항과 필요 기능들을 서술한다. 위의 [그림 3]에서 DataLake를 중심으로 Interface #1은 Abyss Storage Cluster의 물리적 스토리지를 기반 DataLake Framework와 다른 Data Center와의 네트워크 연결을 통한 데이터 공간의 확장 및 백업(Back-up), 그리고 이를 지원하기 위한 추가적인 안전한 데이터 전송 및 보안(Security)을 위한 컴퓨팅 지원이 필수적일 필요하다. Interface #2는 DataLake Framework와 퍼블릭 클라우드의 스토리지 자원과의 네트워크 연결을 통한 데이터 공간의 확장 및 안전한 데이터 전송, 고도화된 서비스(Advanced Services)를 위한 컴퓨팅 지원, 그리고 데이터 보안이 필요하다. 특히, Interface #2는 데이터 공간 확보 측면보다는 클라우드 컴퓨팅 자원을 이용한 Intelligence Analysis 또는 Prediction 등의 다양한 서비스 지원에 의미가 있다. 마지막으로 Interface #3은 DataLake와 micro-Storage를 지원하는 화학공정의 IoT 디바이스들과의 무선 네트워크 연결을 통한 다양한 디바이스의 스토리지 공간을 제공하며, 추가적으로 Intelligence 서비스를 위한 컴퓨팅을 지원하게 된다.

EdgeX Foundry는 Linux Foundation에서 호스팅하는 벤더 중립적 오픈 소스 프로젝트로, IoT 엣지 컴퓨팅을 위한 공통 개방형 프레임 워크를 구축하며, 이 프로젝트의 핵심에는 시장을 통합하고 IoT 솔루션의 배포를 가속화하는 플러그 앤 플레이 구성 요소의 생태계를 구현할 수 있도록 하드웨어 및 OS에 독립적인 전체 참조 소프트웨어 플랫폼 내에서 호스팅되는 상호 운용 가능한 프레임워크(interoperability framework)이다. EdgeX는 [그림 4]와 같이 기존 연결성 표준과 자체 독점 기술을 결합하여 개방적이고 상호 운용 가능한 IoT 솔루션을 자유롭게 공동으로 작업 할 수 있는 중요한 원동력이다[6].

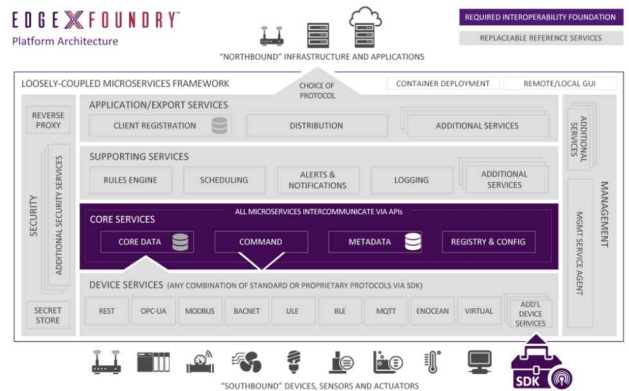


그림 4. EdgeX의 아키텍처

III. 보호필름 공정 제조데이터 활용모델 설계

보호필름 공정의 제조데이터 활용 모델은 다양한 제조 공정에 적용될 수 있는 Top-Down 방식의 일반화된 시스템 설계의 복잡성과 어려움으로 다양한 Case Study를 통한 Bottom-Up 방식을 통해서 향후에 제조공정의 일반화된 시스템 설계를 하고자 한다.

1. 제조데이터 활용모델 설계

보호필름 공정 제조데이터 활용모델의 구성도는 다음의 [그림 5]와 같으며, 먼저, Information Technology 측면에서 보호필름 공정을 대상으로 온도 및 습도, 그리고 열화상 등의 제조데이터를 다양한 센서들을 이용하여 수집하고, 전송 모듈을 통하여 스토리지에 전송하게 된다. 다음으로, 보호필름 공정에서 생성된 제조데이터에 대해 수집, 저장, 검색 및 분석이 가능하도록 원시 데이터를 저장할 수 있는 대용량 스토리지를 개발 및 구축한다. 마지막으로, Operation Technology 측면에서 제조데이터의 빅데이터 분석을 위한 AI 서비스 모델 및 제조데이터의 시각화를 진행 및 통합하고자 한다.

2. 보호필름 제조 데이터 모델 설계

보호필름 공정의 제조데이터 활용모델을 설계하기 위해, 첫 번째로 [그림 6]은 보호필름 생산 공정에 따라 제조 데이터 모델을 설계하기 위해 생산 공정을 단순하게 나열하고, 다음과 같이 수행한다.

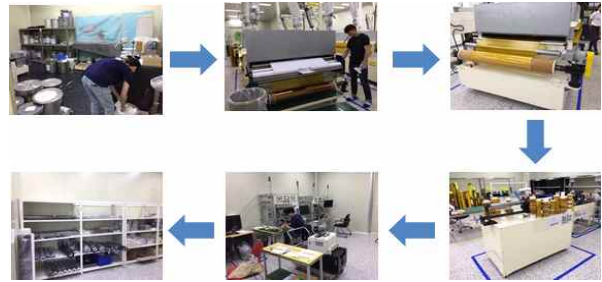


그림 6. 보호필름 생산 공정

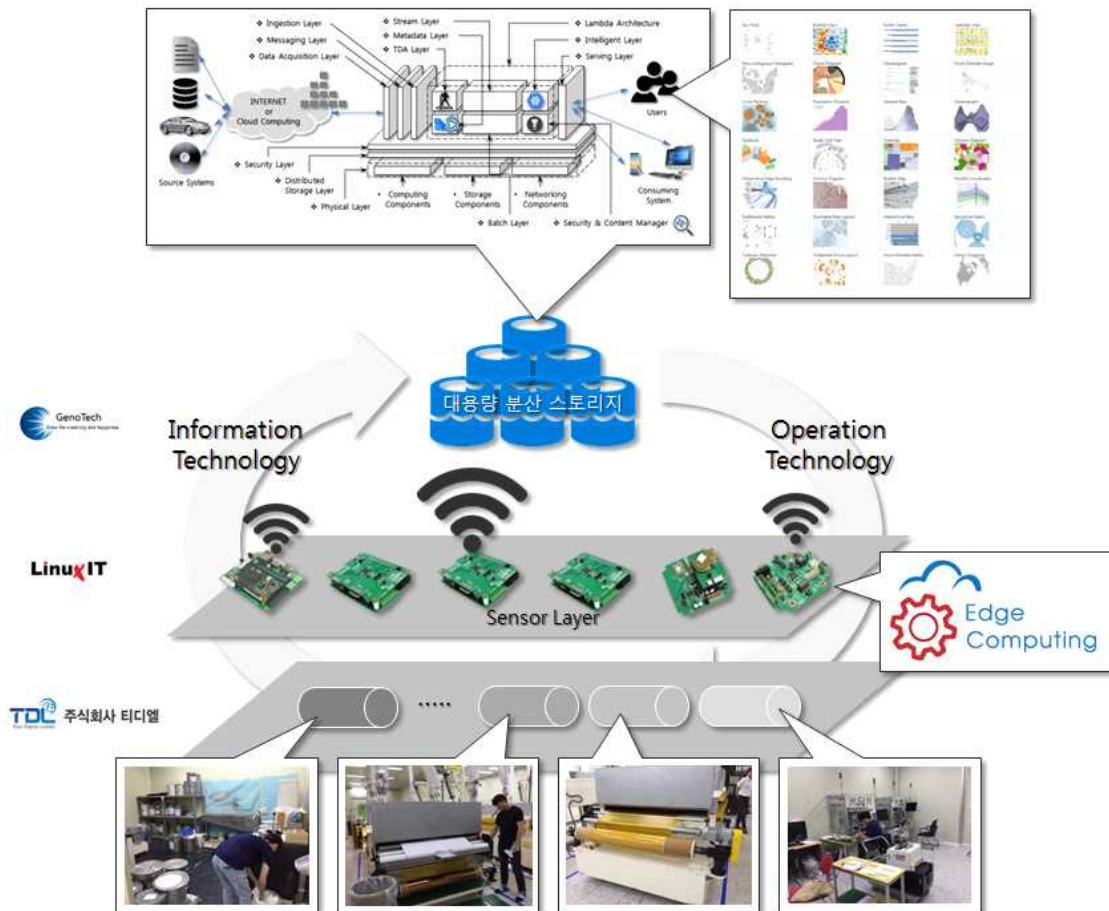


그림 5. 보호필름 공정 제조데이터 활용모델 구성도

먼저, 보호필름 산업 플랫폼 및 공정 분석을 수행한다. 다음으로, 보호필름 제조 공정의 주요 데이터 발생 지점을 파악하고 분석한다. 적용 지점 및 주요 데이터 기반으로 데이터 모델을 설계한다. 이를 바탕으로, 스마트제조 적용 방안 및 KPI 연계 방안을 도출한다.

3. 실시간 데이터연동 및 처리를 위한 IIoT 어댑터 및 Edge Computing 설계

제조공정에 다양한 센서들을 이용하여 제조데이터를 수집하고, 전송 모듈을 통하여 스토리지에 전달하기 위해 IIoT 어댑터를 설계하고자 한다. 어댑터 개발을 위해, ARM Cortex-M MCU 기반 Serial Communication Adapter 회로 설계 및 제작, Analog Digital Converter(ADC) Adapter 회로 설계 및 제작, Digital Input Adapter 회로 설계 및 제작, ARM mbed 5.x OS 및 LwM2M 포팅을 수행하며, 다음의 [그림 7]은 IIoT 어댑터 및 Edge Computing의 개요도를 나타낸 것이다. IIoT 어댑터 설계가 이루어진 후, 실시간 데이터 처리를 위한 Edge Computing을 설계 및 구현할 계획이다.

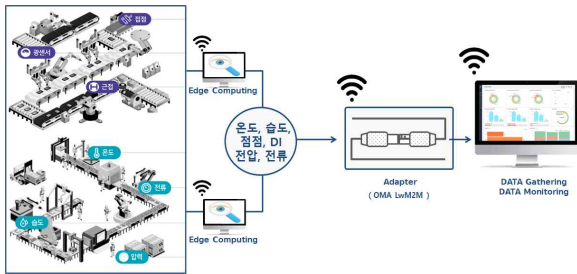


그림 7. IIoT 어댑터 및 Edge Computing 개요도

4. 통합 관리 솔루션 설계



그림 8. 통합 관리 솔루션 예시

대용량 분산 스토리지에 저장된 제조데이터와 AI 서비스를 통해 분석된 결과를 연계할 수 있는 통합 관리 솔루션을 개발한다. 분석 데이터를 시각화하고, MES(Manufacturing

Execution System) 연계할 수 있도록 한다. 경고 시 알람을 주는 부가 서비스 모듈도 개발하고자 하며, [그림 8]은 통합 관리 솔루션의 예시를 나타낸 것이다.

IV. 제조 데이터를 위한 대용량 스토리지 인프라 개발 및 AI 서비스 설계

1. 제조 데이터의 활용 방안

보호 필름 공정의 제조 데이터를 활용하기 위한 방안으로 다음의 [그림 9]와 같이 개념도로 나타냈으며, 많은 제조 공정들 중에서 배합 및 교반 공정, 압출 공정, 그리고 검수 공정에 대하여 센서들과 활용 예제들을 [그림 10], [그림 11], 그리고 [그림 12]에 나타낸다.

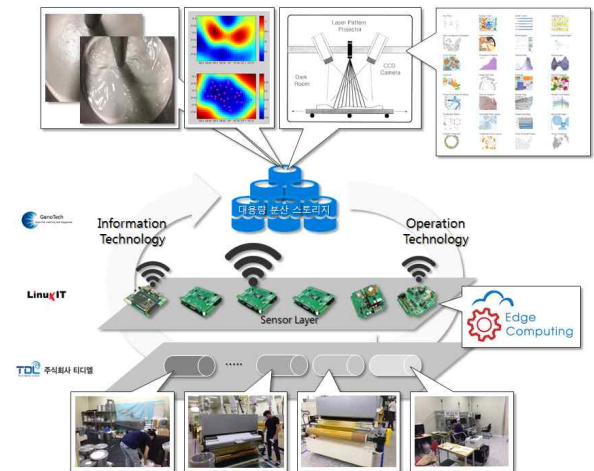


그림 9. 보호 필름 공정의 제조 데이터의 활용 방안의 개념도

보호 필름 제조 공정에서 원료 배합 및 교반 공정에서는 [그림 10]과 같이 습도 센서, 온도 센서, 그리고 카메라가 설치될 예정이며, 원료 배합 공정에서는 습도 센서와 온도 센서가 사용되며, 카메라는 교반 공정에서는 원료들의 교반 상태를 모니터링하게 된다.

보호 필름의 압출 공정에서는 [그림 11]과 같이 압출기 주변의 습도 및 온도 센서에 의하여 압출 공정의 온도 변화를 열화상 카메라로 모니터링하게 되며, 압출기의 압력 센서와 열화상 영상에 의해서 압출기에서 생산되는 보호 필름의 상태를 측정이 가능하게 된다. 마지막의 보호 필름의 검수 공정에서는 투과되는 영상에 의하여 [그림 12]와 같이 생산된 보호 필름의 검수 절차를 예상한다.



그림 10. 원료 배합 및 교반 공정의 센서들과 활용 예제

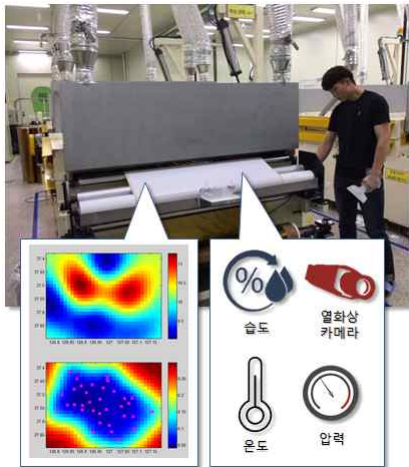


그림 11. 보호 필름의 압출 공정의 센서들과 활용 예제

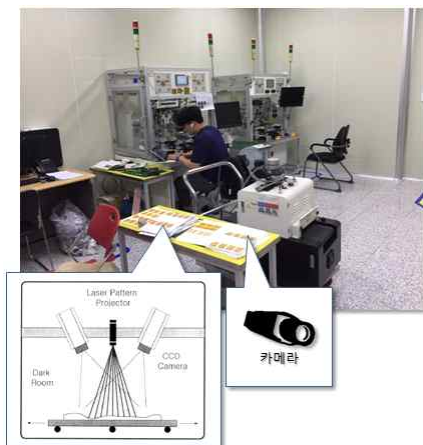


그림 12. 보호 필름의 검수 공정의 센서와 활용 예제

2. 제조 데이터의 저장을 위한 대용량 분산 스토리지 인프라 설계

Information Technology 측면에서 보호필름 공정 제조데이터를 수집 및 저장할 수 있도록 대용량 스토리지 인프라를 설계 및 차후에 개발하고자 한다. 오픈 소스 Ceph[7]를 이용한 중소기업용을 위한 저가의 대용량 분산 스토리지의 목표로 설계를 수행하며, 대용량 분산 스토리지의 논리적 기능 설계([그림 13] 참조)와 물리적 인프라 설계([그림 14] 참조)를 한다.

Ceph 시스템 아키텍처는 [그림 13]과 같이 표현할 수 있으며, Ceph 시스템은 크게 네 가지 세그먼트로 분류할 수 있다. 첫 번째는 데이터의 사용자인 클라이언트이며, 두 번째는 분산 메타데이터를 캐시 및 동기화하는 메타데이터 서버이고, 세 번째는 데이터와 메타데이터를 오브젝트로 저장하고 기타 주요 기능을 구현하는 오브젝트 스토리지 클러스터이며, 마지막으로 모니터링 기능을 구현하는 클러스터 모니터가 있다. 분산 스토리지 구현을 위해 Ceph의 클러스터를 활용한다.

❖ Component interactions of Ceph

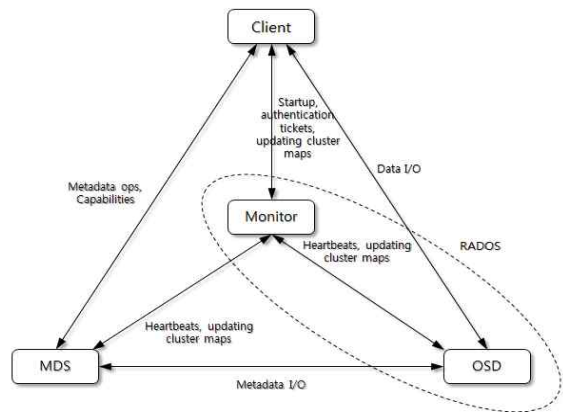


그림 13. Ceph 시스템의 개념적 아키텍처

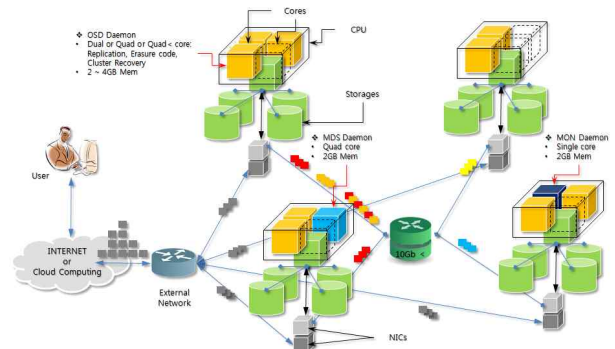


그림 14. 대용량 분산 스토리지 인프라 개념도

대용량 분산 스토리지는 소프트웨어 정의 스토리지(SDS: Software Defined Storage)인 오픈 소스 Ceph을 활용하여 개발한다. Ceph는 인텔 프로세서 기반 범용 하드웨어를 사용해 대규모 소프트웨어 정의 스토리지를 구현하기 위해 시작된 오픈 소스 프로젝트이다. 따라서 비용, 제한, 독점 없이 스토리지 서비스 인수가 가능하다. 이것은 통합, 분산, 높은 확장성 및 신뢰성을 제공하는데 특히, 비정형 데이터에 반드시 필요하다.

3. 제조데이터를 위한 스토리지 및 AI 서비스의 융합형 인프라 설계

제조데이터 활용 모델의 AI 서비스를 지원하기 위하여 물리적으로 산재(散在)된 컴퓨팅 자원(CPU, GPU 등)들을 소프트웨어에 의해 논리적으로 묶을 수 있으며, [그림 14]의 대용량 분산 스토리지의 인프라 위에 컴퓨팅 자원들을 통합하면 [그림 15]와 같이 나타낸다[8].

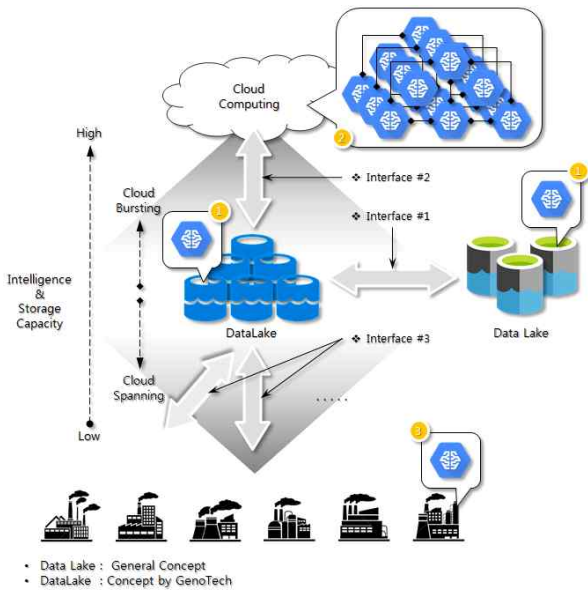


그림 15. CDA 기반 AI 서비스의 인터페이스

Information Technology 측면에서 수집된 보호필름 공정 제조데이터를 이용하여 Operation Technology 측면을 지원하기 위한 다양한 분석 기법과 지능화 및 반자동화를 위한 AI 서비스 기술을 설계 및 개발 예정이며, [그림 16]은 대용량 분산 스토리지 인프라 기반의 AI 서비스 모델의 개념도이다.

현재 클라우드 인프라 기술에 대한 세계적인 추세는 서로 다른 인프라 서비스를 융합하여 단일 인프라에서 다중 인프라를 지원하는 방향으로 발전 중에 있다. 따라서, AI 서비스 개발을 위해 대용량 분산 스토리지 시스템에 AI 프레임워크를 추가한다. 이는 스토리지 인프라 자원을 공유하여 융합형으로 사용함으로써 하드웨어 추가 비용에 대한 부담을 줄이면서 AI 서비스

를 제공할 수 있기 때문이다. [그림 17]은 융합형 인프라 기반으로 구축되는 시스템 구성도이다.

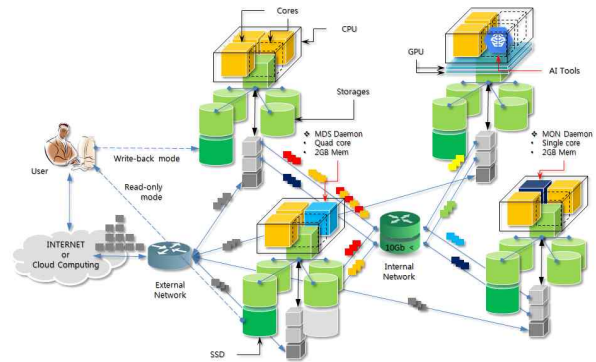


그림 16. 분산 스토리지 인프라 기반의 AI 서비스 모델의 개념도

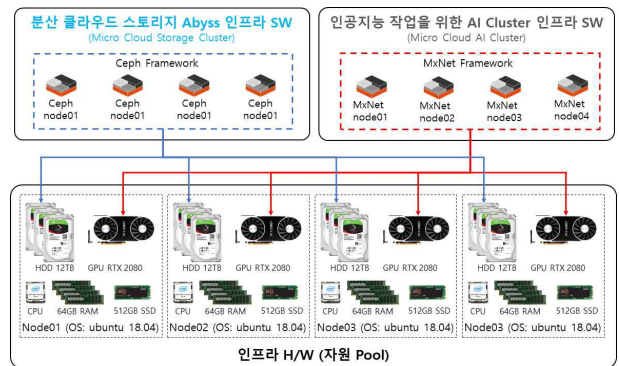


그림 17. 스토리지 인프라와 AI 서비스 인프라의 융합형 시스템 구성도

분산 스토리지 구현을 위해, 하드웨어 노드에는 호스트 운영체제로 Ubuntu 18.04를 설치하여 LXD[9] 가상화 컨테이너를 지원할 수 있도록 한다. 첫 번째 LXD 컨테이너에는 Ceph을 설치하여 분산 클라우드 스토리지 인프라 SW를 구축하고, 두 번째 LXD 컨테이너에는 MXNet을 설치하여 MXNet 클러스터 인프라 SW를 구축한다. 각 Ceph 노드에는 HW 노드의 3개의 하드디스크를 패스스루(passthrough) 기술을 통해 연계할 수 있도록 하고, 각 하드디스크마다 OSD(Object Storage Daemon)을 생성한다. 이 Ceph 노드들을 연결하여 분산 클라우드 스토리지가 구성되고, 마이크로 클라우드 스토리지 클러스터가 구축되도록 한다. 각 MXNet 노드는 HW 노드의 GPU를 패스스루 기술을 이용하여 연계할 수 있도록 구성한다. 이 MXNet 노드들을 연결하여 마이크로 클라우드 AI 클러스터가 구축되도록 한다.

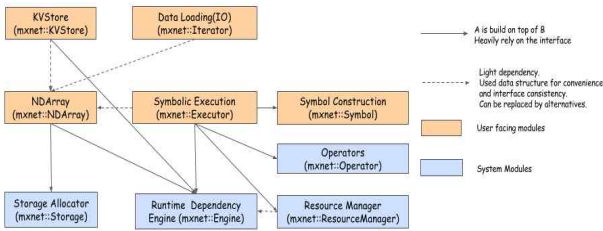


그림 18. MXNet 시스템 아키텍처

AI 서비스에 사용될 프레임워크로 오픈 소스인 MXNet을 활용하며, MXNet을 사용하여 딥러닝을 하였을 때 4가지 장점이 있다[10, 11]. 첫째, Gluon의 사용 편의성이다. MXNet의 Gluon 라이브러리는 교육 속도를 그대로 유지하면서 손쉽게 딥러닝 모델의 프로토타입을 구축, 교육 및 배포할 수 있는 상위 수준의 인터페이스를 제공한다. 둘째, 뛰어난 성능이다. 딥러닝 워크로드는 선형에 가까운 확장성으로 여러 GPU로 분산될 수 있다. 즉, 매우 규모가 큰 프로젝트도 상대적으로 짧은 시간 내에 처리할 수 있다. 셋째, IoT 및 Edge Computing 용도로 사용 가능하다. 넷째, 유연성 및 선택권이다. MXNet은 다양한 프로그래밍 언어를 지원하므로, 이미 익숙한 언어로 시작할 수 있으며, [그림 18]은 MXNet의 시스템 아키텍처를 나타낸 것이다.

V. 결론

본 논문은 스마트 제조혁신을 위한 보호필름 공정 제조데이터 활용모델의 설계를 제안하였으며, 보호필름 공정 중에서 원료 배합 및 교반, 압출, 그리고 검수 공정에 대해서 온도, 압력, 습도, 그리고 동영상 및 열화상의 제조 데이터를 획득하고자 한다. 또한 획득된 제조 데이터는 대용량 스토리지에 저장되며, AI 서비스에 의한 시계열 및 이미지 분석과 시각화를 개념 설계하였다.

이를 위해서는 보호필름 제조데이터 모델을 설계하고, 구형장비의 실시간 데이터연동 및 처리를 위한 IIoT 어댑터 및 Edge Computing 기술의 지원이 필요하며, 제조데이터의 저장을 위한 대용량 스토리지 인프라 및 시계열 및 영상 분석을 위한 AI 서비스를 설계 및 향후에 개발하고자 한다. 마지막으로, 수집된 제조데이터를 분석한 결과를 시각화하여 보여주는 통합 관리 솔루션으로 AI 서비스를 설계하였으며, 향후에는 설계를 바탕으로 보호필름 공정을 위한 통합 시스템을 구현하고, 현장 공정에 적용할 예정이다.

REFERENCES

- [1] 차병래, 박 선, 신병춘, 김종원, “Business Intelligence를 지원하기 위한 Big Data 기반 Data Lake 플랫폼의 선행 연구,” *한국통신학회 동계학술대회*, 2018년 1월
- [2] 차병래, 박 선, 김종원, 신주현, 반성범, “International Network Performance and Security Testing based on Distributed Abyss Storage Cluster and Draft of DataLake Framework,” *Hindawi, Security and Communication Networks*, vol. 2018, Article ID 1746809, 14 pages, 2018. doi:10.1155/2018/1746809. 2018년 2월
- [3] 차병래, 박 선, 신병춘, 김종원, “Abyss Storage Cluster 기반의 DataLake Framework의 설계,” *스마트미디어학회지널*, vol. 7, no. 1, pp. 9-15, 2018년 3월
- [4] 차병래, 박 선, 신병춘, 김종원, “Abyss Storage Cluster 기반 DataLake Framework의 Connected Data Architecture 개념 설계,” *정보기술학회 하계학술대회*, 2018년 6월
- [5] 차병래, 박 선, 신병춘, 김종원, “Abyss Storage Cluster 기반 DataLake Framework의 Connected Data Architecture 설계 및 검증,” *스마트미디어학회지널*, vol. 7, no. 3, pp. 57-63, 2018년 9월
- [6] EdgeX(2019). <https://www.edgexfoundry.org/> (accessed July, 12, 2019).
- [7] Ceph(2019). <https://ceph.io/> (accessed July, 12, 2019).
- [8] 차병래, 박 선, 오수열, 김종원, “Connected Data Architecture 개념의 확장을 통한 AI 서비스 초안 설계,” *스마트미디어학회지널*, vol. 7, no. 4, pp. 9-16, 2018년 12월
- [9] LXD(2019). <https://linuxcontainers.org/> (accessed July, 12, 2019).
- [10] MXNet(2019). <https://mxnet.apache.org/> (accessed July, 12, 2019).
- [11] 신병춘, 차병래, “MXNet을 활용한 신경망 학습,” 전남대출판문화원, ISBN:978-89-6849-596-0, 2019년

저 자 소 개



차병래(정회원)

2004년 목포대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)
2005년 호남대학교 컴퓨터공학과 전임 강사
2009년~현재 광주과학기술원 전기전자 컴퓨터공학부 연구조교수
2012년~현재 제노테크(주) 대표이사

<주관심분야: 정보보안, IDS, Neural Network, Cloud Computing, VoIP, NFC, 대용량 스토리지 기술 등>



김종원(정회원)

1997년 University of Southern California 연구 조교수
1999년 Technology Consultant for VProtect Systems Inc.
2000년 Technology Consultant for Southern California Division of InterVideo Inc.
2001년 광주과학기술원 전기전자 컴퓨터공학부 교수
2008년~현재 광주과학기술원 전기전자 컴퓨터공학부 교수

<주관심분야: Future Internet, SDN & NFV, SDI>



박 선(정회원)

2007년 인하대학교 컴퓨터정보공학과 공학박사
2008년 호남대학교 컴퓨터공학과 전임 강사
2010년 전북대학교 인력양성사업단 박사후 과정
2010년 목포대학교 정보산업연구소 연구전임교수
2013년~현재 광주과학기술원 NetCS 연구실 연구교수

<주관심분야: 정보검색, 데이터마이닝, 해양IT정보융합, 클라우드 컴퓨팅, IoT, 스토리지 시스템>



이성호(정회원)

1995년 전남대학교 진산학과 학사 졸업
1999년 전남대학교 진산학과 석사 졸업
2005년 전남대학교 진산학과 박사 졸업 (이학박사)
2019년 4월 ~ 현재 제노테크(주) 책임 연구원

<주관심분야 : 빅데이터, 클라우드 컴퓨팅>



신병춘(정회원)

2002년 전남대학교 수학과 조교수
2011년~현재 전남대학교 수학과 교수

<주관심분야 : 수치해석, 인공지능경망, 컴퓨터 비전>