

KIOST-TR-2022-0199

클라우드 기반 해양관측자료 관리 플랫폼 구축
Establishment of a cloud-based marine observation data
management platform



한 국 해 양 과 학 기 술 원



요 약

제 목	국문	클라우드 기반 해양관측자료 관리 플랫폼 구축
	영문	Establishment of a cloud-based marine observation data management platform
관련과제명	관할해역 첨단 해양과학기지 구축 및 융합연구 (PM62840)	
저 자 명	이 수 찬	
작성일자	2022년 09월 30일	
유형	기술동향자료(), 기술업무메뉴얼(O), 특허허지적재산권(), 결함보고서()	
주제분야	해양물리(), 해양화학(), 해양생물(), 해양지질(), 해양공학() 해양정책(), 융복합(O), 기타()	
Keyword	클라우드, 빅데이터, IT 플랫폼, 해양과학기지	
초록	<p>해양 연구를 위하여 관측되고 수집되는 다양한 해양데이터는 관측 기기의 증가 및 관측 요소 다양화로 인하여 그 종류와 양이 급격히 증가하고 있다. 특히 해양과학기지는 관측 기기에서 얻어지는 정형데이터 뿐만 아니라 영상, 사진, 문서 등 비정형데이터의 추가 확보로 인해 데이터의 양이 이전보다 폭발적으로 증가하고 있다. 수집된 많은 양의 데이터의 관리를 용이하도록 하기 위해서는 데이터의 빅데이터화 및 클라우드 기반 IT 플랫폼 구축이 필요하다. 해양과학기지의 기존 데이터 수집 및 처리방식에서 클라우드 컴퓨팅을 해양과학기지에 적용하여 수집된 자료를 클라우드 기반으로 구축하는 방안을 적용하고 프로세스를 분석하였다. 구축된 클라우드 데이터를 IT 플랫폼을 통해 데이터를 시각화하고 관리, 공유, 배포 등에 활용한 실제 사례들을 통하여 클라우드 구축의 용이함과 활용도 증대를 확인하였다.</p>	

목 차

1. 서론	1
2. 본문	2
3. 결과 및 토의	11
4. 결론	11
5. 참고문헌	13

약어 및 기호 정의

SQL Sequence English Query Language

NoSQL not only SQL

RTU Remote Terminal Unit

RDBMS Relational Database Management System

IaaS Infrastructure as a Service

SaaS Software as a Service

PaaS Platform as a Service

KORS Korea Ocean Research Stations



1. 서론

해양관측 데이터는 해양 재해 및 기후 변화 등에 대응하기 위하여 그 필요성이 증대되고 있다. 또한 관측 기술의 발달로 국가해양관측망을 비롯하여 해양과학기지 및 대형 해양관측부이 등 관측요소의 종류와 생산량이 급증하고 있다. 또한 영상자료, 문서, 사진 등 형태가 다양한 데이터의 활용성 및 중요성이 커지면서, 관리가 필요한 데이터의 양도 폭발적으로 증가하고 있다. 관측장비가 다양화되고 장비의 수가 증가함에 따라 관측 자료와 관측장비 관리의 수월성 확보가 매우 필수적이 되었다.

다양한 관측자료의 관리 및 조회, 분석이 수월해지면 사용자 편의성이 높아지게 되고 관측자료의 활용도 및 관련 연구가 더 활성화 될 수 있다. 급증하는 데이터를 효과적으로 수집하고 공유하는 해외사례로 The U.S Integrated Ocean Observing System (IOOS)은 해양관측 시스템의 과학적, 사회적 요구에 대응하고 보다 통합된 관측의 이점을 극대화하기 위해 데이터 및 모델 공유의 방안으로 클라우드 인프라를 활용하는 연구를 진행하였고, 모든 데이터를 연결하여 신속하게 찾을 수 있도록 시스템을 갖추었다(Vance, Tiffany C., et al. 2019). 국내에서는 국립수산과학원의 빅데이터 플랫폼 구축하고 메타 데이터 관리 방안에 대한 연구는 수행되었으나 실제 사용자들에게 데이터가 제공되지는 않고 있다(김재성, et al. 2019).

해양과학기지 관측자료는 첨단 기술과 대규모 전문 인력을 투자한 자본집약적 공공재이므로 Wilkinson et al.(2016)이 제시한 디지털화 된 데이터의 재사용을 간편하게 하기 위한 FAIR 데이터 원칙을 따를 필요가 있다. FAIR는 탐색가능성(findability), 접근가능성(accessibility), 상호운용성(interoperability), 재사용성(reusability)을 의미하며 빅데이터 클라우드 운영에 기준이 되는 성격으로 클라우드 데이터 관리 운영에 적용하는 것이 권장된다.

해양관측을 통해 수집된 많은 양의 데이터를 관리하기 용이하도록 각각의 관측자료에서 수집된 다양한 해양데이터의 빅데이터화 및 클라우드 기반 관리 플랫폼 구축이 필요하다. 해양과학기지를 대상으로 클라우드 기반 해양관측자료 관리 플랫폼 시범 구축을 수행하였다.

2. 본론

2.1 해양과학기지 해양관측자료 수집 및 활용 현황

해양과학기지는 해양 및 기상환경, 대기, 구조물, CCTV, 전력량, 체류연구 데이터, 후처리 데이터, 체류일지 등 매우 다양한 종류의 데이터가 수집된다. 기존의 해양과학기지에서 관측된 해양관측 자료들이 수집되고 처리되는 방식은 아래 그림 1과 같이 자료 저장과 처리, 검색에 각기 자료가 저장되어있는 DB를 직접 접속하여 분산된 데이터를 이용해야 하는 방식으로 사람의 손이 많이 가는 복잡한 구조였다. 기존 시스템은 각 관측요소가 각기 다른 센서 및 단말 장치를 통해 관측되고 Data Logger나 RTU를 통해 수집되는 방식이다. 수집된 자료는 통신 환경에 따라 위성통신이나 LTE 통신으로 자료를 전송하고, 온라인 연결이 되어있지 않은 자료는 외장저장장치로 자료를 옮겼다. 관측된 자료 중 정형 데이터는 Oracle로 대표되는 관계형 데이터베이스(RDBMS)에 저장된다. 관계형 데이터베이스에 저장되지 않은 정형데이터 및 비정형 데이터들은 별도의 Local disk나 클라우드 Storage(Dropbox)에 저장된다. 해양과학기지 관측자료의 종류별 형태에 따른 일별 수집 현황은 표 1과 같다. 저장된 자료는 관리자가 직접 Matlab 프로그램을 통해 QA/QC를 수행하고 자료를 웹페이지에 업로드하는 처리 과정을 거친다. 웹페이지에서 기본적인 변수들이 시각화되어 표출되며, 자료 다운로드도 정형데이터 확장자인 mat, text, xls 형태로 관측시계열 자료를 다운받을 수 있도록 되어 있다.

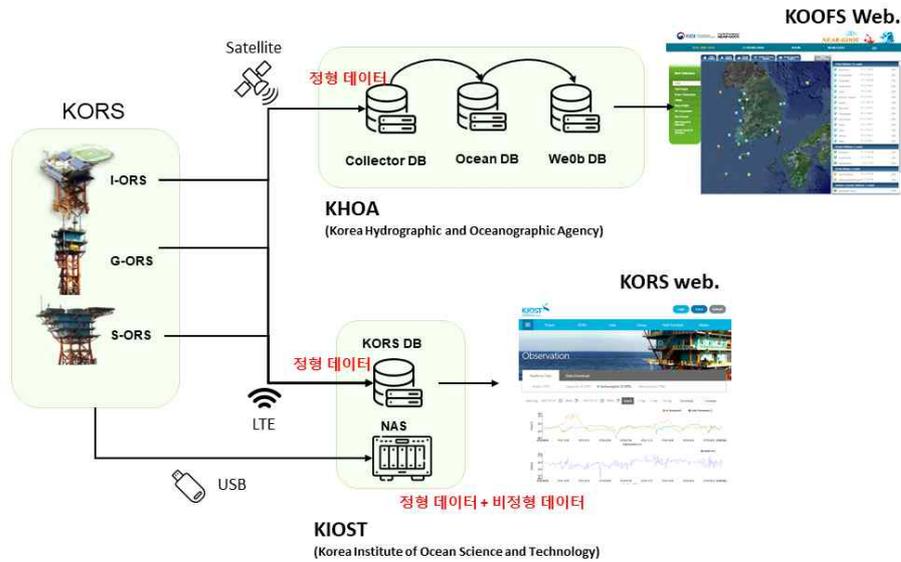


그림 1. 기존 해양과학기지 자료 수집 및 처리 체계

표 1. 해양과학기지 관측자료 종류별 형태에 따른 일별 수집 현황

자료 형태	관측자료 종류	형태	수집 방법	비고
정형	관측장비 시계열	DB	실시간 (Satellite, LTE)	0.8 MB/Day
비정형	High Frequency Raw Data (Flux)	ASCII	비실시간 (USB)	200 MB/Day
비정형	ADCP	ASCII	비실시간 (USB)	170 MB/Day
비정형	Miros Wave Radar	Binary	비실시간 (USB)	8.7 MB/Day
비정형	구조물 진동	ASCII	비실시간 (USB)	1,500 MB/Day
비정형	영상자료	영상	비실시간 (USB)	10,000 MB/Day
합계				11,879 MB/Day

기존 해양과학기지 데이터는 웹페이지를 통하여 각 개별 관측지점의 시계열 자료 조회만 가능하고 데이터 이용 시 분산된 데이터를 각기 받아야 하는 점이 있었다(그림 2). 또한 국립해양조사원은 해양과학기지 데이터를 바다누리 해양정보 웹페이지 서비스를 통해 제공하고 있는데, 관측 지점의 동시 표출 및 기간을 지정한 시계열 시각화를

제공하지 않고, 필요 요소별 데이터도 분리된 데이터로 사용이 가능하여 사용자 활용에 불편사항이 있었다(그림 3). 또한 자료 검색 및 자료 조회의 느린 속도로 자료 조회 및 취득에 걸리는 시간도 많이 소요된다.

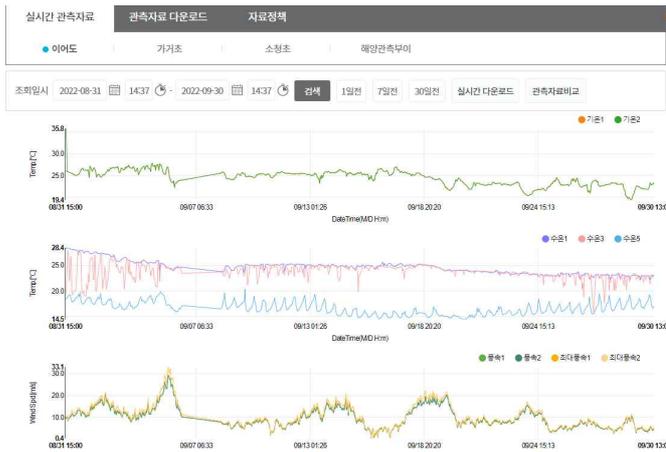


그림 2. 해양과학기지 웹페이지 시계열 자료 조회



그림 3. 국립해양조사원 바다누리 시계열

2.2. 해양과학기지 관측자료 클라우드 적용 방안

2.2.1 클라우드 적용 검토

2006년 구글 직원인 크리스토프 비시글리아 (Christophe Bisciglia) 가 처음 제안한 클라우드 컴퓨팅은 정보시스템 운용 시 로컬 컴퓨터의 자원을 활용하지 않고 하드웨어·소프트웨어·스토리지를 통합한 가상화된 컴퓨터 시스템 자원을 네트워크를 통해 사용자에게 제공하는 방식이다. 클라우드 컴퓨팅은 전자기기 자체가 아닌 인터넷상의 서버를 통하여 IT 관련 서비스를 한 번에 사용할 수 있는 컴퓨팅 환경이다. IT 인프라 운영을 클라우드 컴퓨팅에 일임하여 소프트웨어와 데이터를 클라우드에서 통합 관리하고 필요에 따라 컴퓨팅 리소스를 늘리거나 줄일 수 있다. 때문에 갑작스러운 트래픽 증가에 대응할 수 있어 경제적이며, 일부 하드웨어에 장애가 발생해도 서비스 이용에 문제가 없이 연속적으로 사용이 가능하다는 장점이 있다.

클라우드 서비스는 유형 및 계층에 따라 서비스형 인프라(IaaS), 서비스형 플랫폼

(PaaS), 서비스형 소프트웨어(SaaS)로 나뉘며 IaaS와 PaaS를 기반으로 SaaS가 구축된다. IaaS는 클라우드 컴퓨팅의 가장 기본적인 인프라로 운영에 필요한 서버, 스토리지, 네트워크를 말한다. PaaS는 IaaS를 포함하여 데이터베이스 관리 시스템, 개발 툴, 분석 툴을 통해 애플리케이션 및 서비스를 구축할 수 있는 플랫폼을 제공한다. SaaS는 PaaS를 포함하여 특정 앱 또는 웹 포털을 통해 데이터와 응용프로그램을 사용자에게 제공하는 개념으로 Google drive나 iCloud, OTT 등이 그 예이다.

G-클라우드의 스마트 전자정부 서비스를 위한 정보자원을 통합, 구축, 활용, 제공하기 위하여 국가정보자원관리원에서 컴퓨팅·네트워크·스토리지 자원풀을 구축하여 최적화 된 가상서버를 제공하고 관리하는 컴퓨팅 서비스이다. 공공기관의 공동 활용형 정보자원을 필요한 만큼 신속하게 제공하는 기술 및 서비스로 국내에서는 KT, 네이버, 삼성 SDS 등에서 서비스하고 있다. G-클라우드 기능 및 활용의 이점을 이용하여 해양과학기술의 데이터는 네이버 G-클라우드를 활용하여 자료 저장 프로세스를 시범 구축하였다.

2.2.2 데이터 형태에 따른 클라우드 업로드 방안

해양과학기술의 새로운 데이터 처리 방식으로, 관측된 데이터는 전처리 및 빅데이터화되어 클라우드 서버로 전송되어 한 곳으로 모아진다. 관측 데이터의 전처리 과정의 특징으로 메타데이터가 관측 데이터와 결합되어 클라우드 서버에 전송된다. 메타데이터는 데이터에 관하여 설명하는 데이터로 구조화되어 있는 것이 특징이다. 메타데이터는 데이터의 속성을 표현하기 때문에 대량의 정보 가운데 필요한 정보를 효율적으로 빠르게 찾아 사용하기 편하게 인덱스(Index) 해주어 검색에 있어 핵심적인 도구이다. 가능하다면 메타데이터가 상세한 정보를 포함하고 있는 것이 데이터 사용자에게 도움이 되며, 데이터 세부 검색도 가능하게 하는 조건이 된다. 해양과학기술의 메타데이터는 관측장비의 정보, 장비 상태, 자료 형태 등으로 구성되어 있다.

클라우드 서버로 전송되는 각 데이터는 특성에 따라 데이터의 정형화 형태가 다르며, 정형화 종류에 따라 저장방식을 달리 하게 된다. 데이터는 데이터 정형화 형태에 따라 아래 표 2와 같이 나눌 수 있다.

표 2. 데이터 정형화 종류에 따른 특징 및 예시

정형화 종류	특징	자료 예
정형	형태가 있고 연산이 가능	엑셀, CSV
반정형	형태가 있으나 연산이 불가능	JSON, HTML
비정형	형태가 없고 연산이 불가능	동영상, 음성, 사진, 문서

정형 데이터는 데이터 웨어하우스에 저장되어 구조화된 쿼리 언어인 SQL 기반 관계형 데이터베이스(RDBMS)로 데이터를 검색할 수 있어 원하는 자료를 찾고 분석하기 매우 쉽다. 비정형 데이터는 비구조적 데이터를 관리하는 대규모 데이터 저장 장소인 데이터레이크에 저장된다. 비정형 데이터는 특정 스키마가 없는 NoSQL 데이터베이스가 사용되고 매우 다양한 데이터 포맷 때문에 특정 데이터 검색과 분석이 매우 어렵다는 특징이 있다. 이러한 특징 때문에 클라우드에 자료를 어떻게 저장하느냐가 자료 검색이 용이하게 되는데 가장 중요하다. 데이터 저장 시 태그 설정 및 형태 변환, 메타데이터 연결을 해야 한다.

해양과학기술지 자료의 정형데이터는 DB에서 텍스트 데이터를 메타데이터와 함께 JSON으로 변환 후 클라우드에 업로드 되는 방식으로 처리된다. 정형 데이터가 JSON 형태로 변환된 되기 때문에 타 플랫폼 확장에도 수월하다. CCTV 영상과 같은 비정형 데이터는 메타데이터와 1분 스냅을 Object storage에 업로드 하도록 하였고, 현장 문서 및 장비에 관한 정보는 Object storage와 Workbox라는 파일공유 클라우드에 메타데이터와 업로드하도록 설정하였다. 업로드 된 데이터는 Elastic Search라는 Java 오픈소스 분산 검색엔진을 통해 방대한 양의 데이터를 지연없이 실시간으로 저장, 검색, 분석할 수 있어 채택하여 활용하고 있다(그림 4).

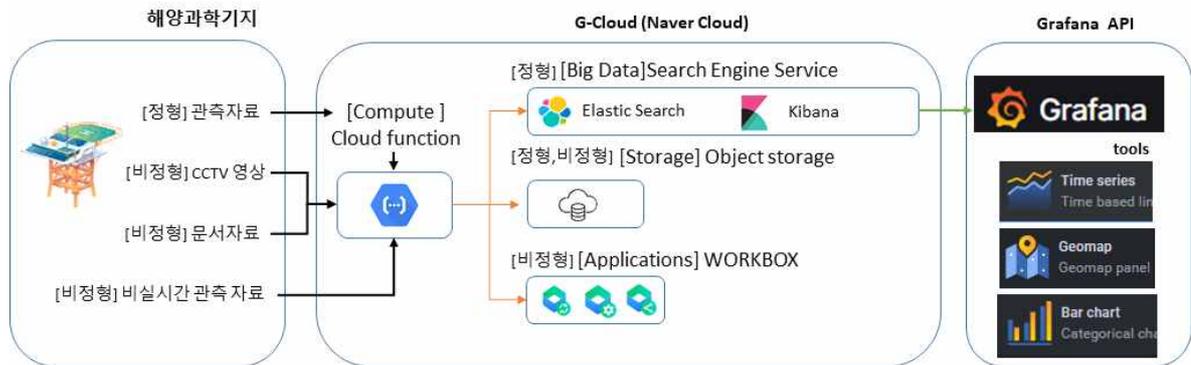


그림 4. 해양과학기지 정형, 비정형 자료 저장 프로세스

2.2.3 시계열 해양관측자료 클라우드 업로드 사례

해양과학기지에서 수집된 관측자료의 많은 부분은 시계열 자료로 얻어진다. 그 중 염분관측 시계열 해양관측자료의 클라우드 업로드 사례를 통해 프로세스를 설명하고자 한다. 아래 그림 5와 같이 CT 센서에서 1분 간격으로 관측된 자료가 ASCII형태로 RS232 통신을 통하여 Marshaling과 Hub port server를 거쳐 LAN port로 Oracle DB로 수신된다. Oracle DB의 자료를 파이썬 프로그램을 통하여 Text로 포맷을 변경시킨다 (그림 6). 다시 Text 파일을 클라우드 전송을 위해 JSON 포맷으로 변경시킨다. 이 변경된 자료는 LTE 통신을 통하여 네이버 클라우드의 Data streaming service로 전송되어 한 곳으로 모이게 된다. 이후 클라우드 function으로 데이터 프로세싱이 이루어지고, Logstash에 의하여 필터링 및 변환되어 Elastic Search에 저장된다. Storage에 저장된 데이터는 Kibana를 통하여 손쉽게 파악하고 시각화 할 수 있게 된다(그림7).

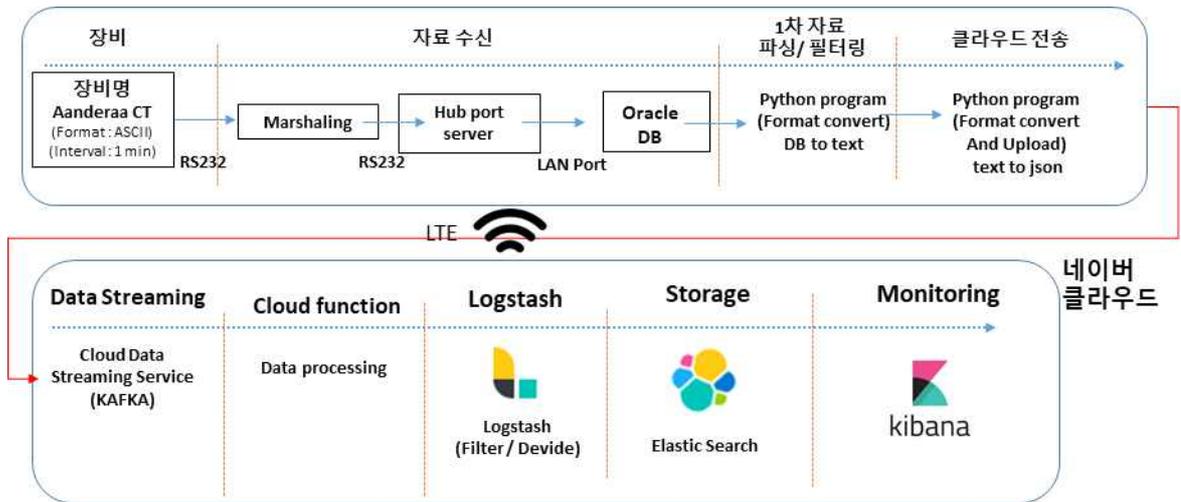


그림 5. 시계열 해양과학기지 클라우드 처리 프로세스

STN_ID	OBS_TIME	종합1	중속1	돌중1	종합2	중속2	돌중2	온도1	상대습도1	온도2	상대습도2	기압
IED	2022-09-14 00:00:00	82	15.22	17.15	77.85	15.77	17.84	25.93	96.7	25.9	93.4	1004.183
IED	2022-09-14 00:01:00	82.1	15.54	16.86	78.07	16.13	17.44	25.93	96.8	25.91	93.4	1004.107
IED	2022-09-14 00:02:00	81.4	15.55	17.25	77.19	16.11	17.93	25.92	96.8	25.9	93.5	1004.09 0
IED	2022-09-14 00:03:00	80.71	15.81	17.35	76.6	16.41	17.93	25.91	96.8	25.9	93.5	1004.024
IED	2022-09-14 00:04:00	81.5	16.24	17.35	77.5	16.86	17.93	25.9	96.8	25.89	93.5	1003.989
IED	2022-09-14 00:05:00	82	16.01	17.74	77.91	16.6	18.33	25.88	96.8	25.9	93.5	1003.996
IED	2022-09-14 00:06:00	81.4	14.86	16.86	77.24	15.37	17.54	25.92	96.8	25.91	93.4	1004.052

그림 6. Oracle DB를 Text 포맷으로 변환한 시계열 자료



그림 7. Kibana를 통하여 클라우드에 저장된 자료 조회

2.2.4 비정형 해양관측자료 클라우드 업로드 사례

해양과학기지에서 수집되는 자료들 중 용량이 큰 자료들의 대부분은 비정형 자료들이다. 그 중 CCTV 영상자료의 클라우드 업로드 사례를 통해 프로세스를 설명하고자 한다. 아래 그림 8과 같이 CCTV에서 관측된 자료가 LAN port를 통해 CCTV nvr로 수신된다. 수신된 영상은 전송 프로그램을 통해 LTE 통신으로 KHOA 영상수집 DB로 수신된다. KHOA 클라우드 센터의 영상을 실시간 스트리밍하여 네이버 클라우드의 Data streaming service로 전송되어 한 곳으로 모이게 된다. 이후 클라우드 function으로 데이터 프로세싱이 이루어지고, Logstash에 의하여 필터링 및 변환되어 Object Storage에 저장된다. 이후 저장된 영상은 스틸컷으로 저장하여 메타데이터와 함께 저장된다(그림 9). 이후 Object storage file manager를 통하여 저장된 영상데이터를 메타데이터를 통해 빠르게 검색하여 영상을 손쉽게 파악할 수 있게 된다(그림 10).

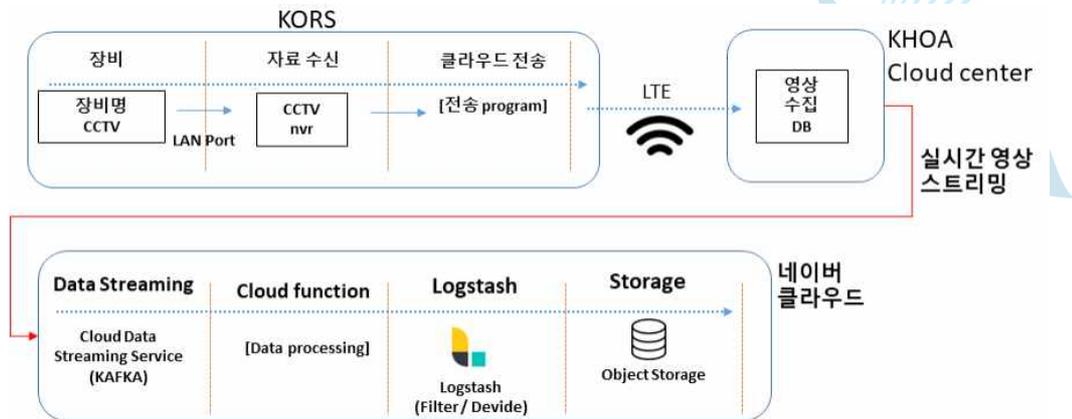


그림 8. CCTV 영상자료 해양과학기지 클라우드 처리 프로세스



그림 9. 클라우드 전송된 CCTV 영상

☐	S-ORS_SOUT_2022-06-16_00-00-04.png	802.42KB
☐	S-ORS_SOUT_2022-06-16_00-01-03.png	812.06KB
☐	S-ORS_SOUT_2022-06-16_00-02-03.png	827.14KB
☐	S-ORS_SOUT_2022-06-16_00-03-03.png	835.42KB
☐	S-ORS_SOUT_2022-06-16_00-04-04.png	840.59KB
☐	S-ORS_SOUT_2022-06-16_00-05-04.png	830.53KB
☐	S-ORS_SOUT_2022-06-16_00-06-04.png	841.49KB
☐	S-ORS_SOUT_2022-06-16_00-07-04.png	853.24KB
☐	S-ORS_SOUT_2022-06-16_00-08-04.png	860.03KB
☐	S-ORS_SOUT_2022-06-16_00-09-04.png	873.96KB
☐	S-ORS_SOUT_2022-06-16_00-10-04.png	877.91KB

그림 10. 스틸컷으로 저장된 자료 리스트

2.3. 해양과학기지 클라우드 IT 플랫폼 활용

데이터를 검색하고 분석하기 편리하게 만들어진 빅데이터 클라우드를 IT 플랫폼을 활용하여 보다 손쉽게 관리, 활용할 수 있다. 해양과학기지 관측자료 처리 체계에서는 Kibana와 Grafana를 활용하였다.

Kibana는 2013년부터 Elastic Search의 로그 시각화를 위해 구축되었으며, 이후 다양한 데이터를 시각화하고 관리도구로 활용할 수 있게 해주는 인터페이스로 발전하였다. 실시간으로 시계열, 히스토그램, 위치 분석 등을 통하여 쿼리와 데이터 변화를 손쉽게 확인할 수 있게 해주며, 직관적으로 시각화 구축이 용이하다(그림 11). 오픈소스로 제공되며 배포에도 자유롭다. 기본적으로 해양과학기지 데이터가 G-클라우드에 업로드 되면 데이터 확인을 위해 먼저 활용하고 있는 도구이다.

Grafana도 Kibana와 유사한 대시보드로 2014년부터 시계열 데이터 베이스를 시각화 하는데 중점을 두고 개발된 오픈소스이다. Grafana는 Elastic Search뿐만 아니라 Prometheus, 구글 클라우드 등 다양한 데이터 소스 스택과 결합할 수 있어 확장에 용이하며, Elastic Search의 스택만 지원하는 Kibana와 차별된다. 또한 대시보드를 자유롭게 구성하여 데이터를 탐색, 분석, 시각화 할 수 있는 기능을 사용자에게 제공할 수 있도록 해준다. 여러 소스 데이터를 대시보드에 통합하여 그래프, 테이블, 히트맵 등으로 나타낼 수 있다(그림 12). 이를 활용하여 우리나라 태풍 내습 시 Grafana에 해양과학기지 자료 및 기상청 부이, 국립해양조사원 부이 등 태풍 경로 인근의 관측 자료를 대시보드에 통합 표출하여 모니터링에 활용하였다(그림 13). Grafana 대시보드 링크를 관련 연구자들에게 공유하여 관측자료를 시각화하여 보여주고, 시간 범위 설정 기능, 선택 요소만 보이기 기능을 통해 자료 모니터링에 활용하였다. 또한 csv나 xls 포맷으로 데이터를 다운로드 받을 수 있는 기능을 통해 관측 데이터를 배포하여 연구에 활용토록 제공하는 플랫폼 역할로도 활용하였다.



그림 11. Kibana 활용 해양과학기지 데이터 시계열 표출 (이어도 해양과학기지 층별수온)



그림 12. Grafana 활용 해양과학기지 데이터 시계열 표출 예(해양과학기지 종합)

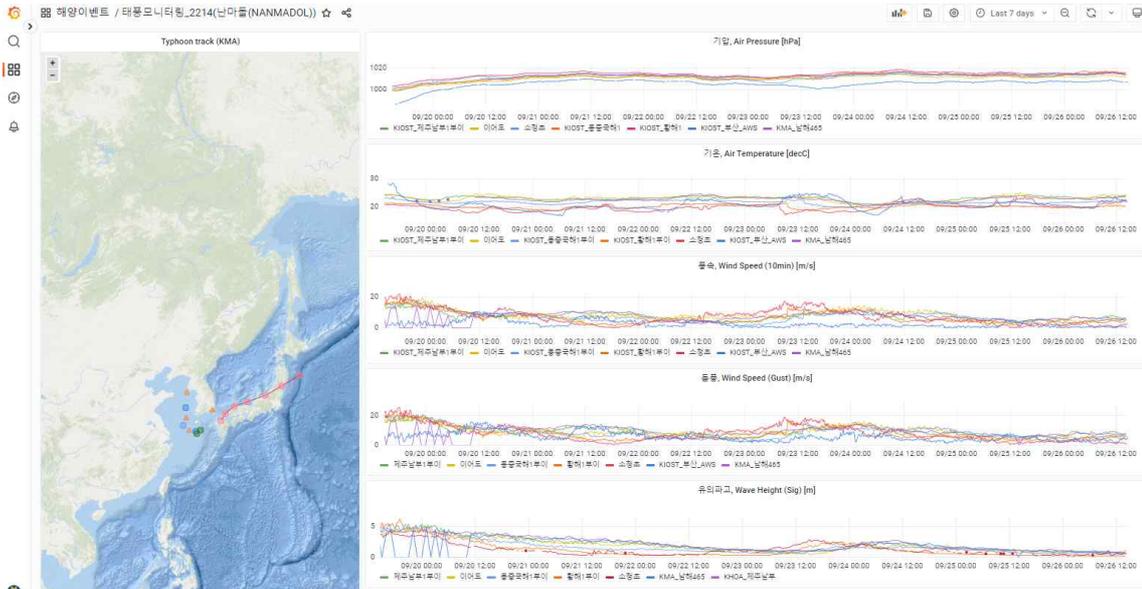


그림 13. Grafana 활용 태풍 모니터링 데이터 시계열 표출 예(태풍 난마돌(2214))

3. 결과 및 토의

해양과학기지에서 생산되는 다양한 데이터를 클라우드 포맷으로 전처리하여 ‘KORS 클라우드’로 명명한 G-클라우드로 자료 전송하고, 데이터를 통합관리 할 수 있는 프로세스를 시범 구축하였다. 실시간 데이터 전송 및 손쉬운 데이터 시각화로 해양과학기지 및 장비의 현황 및 오작동을 실시간으로 빠르게 파악이 가능해졌다. 또한 데이터의 정형, 비정형 자료의 구분 및 메타데이터 연결로 Elastic Search를 통한 자료 검색의 속도가 기존의 Oracle DB 검색 속도보다 훨씬 빠른 실시간 검색 수준이 되어 자료 활용 및 데이터 세부 검색 등의 편의성이 확보되었다. IT 플랫폼 Kibana와 Grafana를 활용하여 관측자료의 시각화 및 관리, 공유, 배포에 손쉽게 활용하게 되었다.

4. 결론

해양에서 관측되는 방대하고 다양한 형태의 해양과학기지 관측자료를 클라우드 연계 기술을 도입하여 효과적으로 자료 관리가 가능한 시스템을 시범 구축하였다. 이를 통해 해양과학기지에서 수집된 자료는 클라우드로 통합되며 실시간으로 모니터링이 가능해졌다. 또한 IT 플랫폼을 활용하여 클라우드에 저장된 자료의 실시간 검색, 관측자료

의 시각화 및 관리, 공유, 배포가 손쉽게 되었다.

향후 엣지 디바이스(edge device) 기술을 도입해 각 관측장비에서 생산된 데이터가 현장에서 실시간으로 분석되어 클라우드에 직접 연결되도록 하는 기술을 접목하여 사물인터넷 IoT(internet of Things) 환경을 구축할 필요가 있다. 엣지 컴퓨팅을 통해 추가적인 데이터 처리작업을 줄여 더욱 안정적으로 대규모 데이터를 수집할 수 있게 된다. 이외에도 사용자 중심의 서비스 플랫폼 구축을 위한 기술들을 접목하여 해양과학기지 관측자료의 활발한 공유 및 활용으로 많은 연구에 사용되는 데이터 통합 관리 프로세스로 고도화 해 나갈 것이다(그림 14). 클라우드 플랫폼의 실시간 관측자료를 이용하여 인공지능 기술을 통한 자동제어 및 해양 예측 기술도 연구되고 있다. 신규 건설 예정인 동해 해양과학기지에도 클라우드 기반 관측자료 통합 관리 프로세스를 적용하여, 향후 해양과학기지 데이터 정책을 통해 해양과학기지 관련 모든 정보는 데이터 사용자 중심으로 서비스를 제공받을 수 있게 될 것이다.

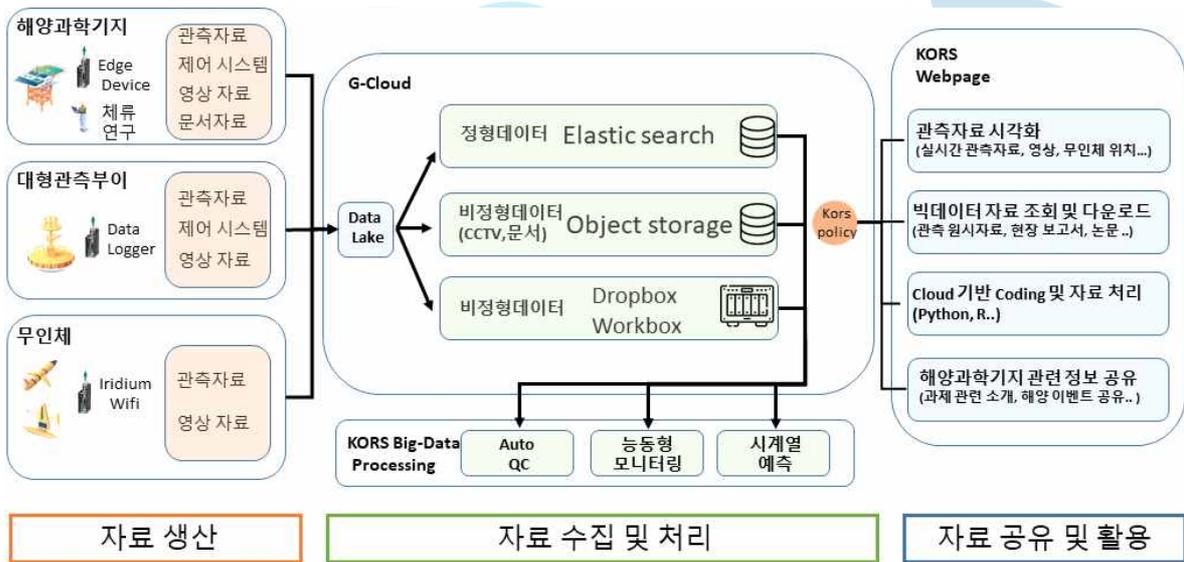


그림 14. 해양관측데이터 통합 관리 프로세스

참고문헌

[Journal article]

- Kim, Haklae (2021) FAIR Principles: Considerations for Implementing Digital Archives from a Data Perspective. *Journal of Korean Society of Archives and Records Management*, 21(2), 155-172. <https://doi.org/10.14404/JKSARM.2021.21.2.155>
- Vance, T. C., Wengren, M., Burger, E., Hernandez, D., Kearns, T., Medina-Lopez, E., ... & Wilcox, K. (2019). From the oceans to the cloud: Opportunities and challenges for data, models, computation and workflows. *Frontiers in Marine Science*, 6, 211.
- Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, I. J., et al. (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific data*, 3, 160018. <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
- 김재성, 최영진, 한명수, 황재동, & 조완섭. (2019). 수산과학 빅데이터 플랫폼 구축과 메타 데이터 관리방안. *한국빅데이터학회지*, 4(2), 93-103.
- 류경석. “G-클라우드를 위한 공공정보화 사업 표준 RFP 개선방안 연구.” *국내석사학위논문* 숭실대학교 정보과학대학원, 2021. 서울